

OPTIMALISATIE VAN HET CO₂-NIVO

Voorstudie voor een proef in voorjaar 1986
Dokumentatie bij de programmatuur

Elly Nederhoff

Intern verslag nr 51, november 1985

Proefstation voor Tuinbouw onder Glas, Naaldwijk

4
29
N
17

SAMENVATTING

Als voorstudie voor een proef in het voorjaar van 1986 in de klimaatkas, is een programma getest dat de optimale concentratie van CO₂ in de kas berekent onder gegeven omstandigheden. Het programma is gebaseerd op afweging van kosten en baten van CO₂-dosering.

Om het programma te testen, zijn de waarden gevarieerd van een aantal parameters en factoren en tevens van de prijs van CO₂ en de waarde van het produkt. Uit de resultaten van deze testberekeningen blijkt dat het programma 'op papier' goed werkt. Weliswaar reageert het model gevoelig voor een aantal parameters/factoren en prijzen, maar het is mogelijk hiervan de waarde vrij goed te meten of in te schatten. De nauwkeurigheid van de optimalisatieberekeningen lijkt redelijk goed.

Tevens is met een voorbeeld aangetoond dat door de optimalisatie van het CO₂-setpoint belangrijke financiële voordelen behaald kunnen worden ten opzichte van een gebruikelijk doseerregime.

INHOUD

1. Inleiding
 2. Principe en werkwijze
 - 2.1 Afweging kosten en baten
 - 2.2 Financiële opbrengst als functie van de CO₂-conc.
 - 2.3 Kosten van CO₂-dosering
 3. Gevoeligheidstest (werkwijze)
 4. Resultaten en diskussie
 - Tabel 1: resultaten gevoeligheidstest
 - Tabel 2: resultaten financiële gegevens
 - 4.1 Gevoeligheidstest
 - 4.2 Financiële berekeningen
- Bijl. 1 Berekeningen door het CABO
- Bijl. 2 Komkommerproduktie en -prijzen in de jaren 1982 - 1984.
- Bijl. 3 Listing van het gebruikte programma
- Bijl. 4 Aanvullende toelichting op het programma

OPTIMALISATIE VAN HET CO₂-NIVO
 Voorstudie voor een proef in voorjaar 1986
 Dokumentatie bij programmatuur

1. Inleiding

In het voorjaar 1986 zal in de klimaatkas van het proefstation opnieuw een proef gedaan worden waarin de faktor CO₂ centraal staat. Getracht zal worden een regeling te testen die gebaseerd is op het bepalen van de (economisch) optimale CO₂-concentratie. De bedoeling is een regeling te maken die het setpoint voor de CO₂-concentratie berekent, zodanig dat het verschil tussen kosten en baten van de CO₂-dosering zo gunstig mogelijk is.

Over de 'baten' van CO₂-dosering is reeds veel bekend uit eerdere proeven in de klimaatkas (voorjaar 1985 met komkommer, herfst 1986 met paprika) en uit literatuur. Bekend is hoe de produktie van een gewas afhangt van het CO₂-nivo. Bovendien is er veel kennis (m.n. op het CABO in Wageningen) over de relatie tussen CO₂-concentratie en CO₂-opname (de momentane respons op CO₂). Deze CO₂-opname kan omgerekend worden naar produktie en eventueel naar financiële opbrengst.

Anderzijds is over de kostenkant van CO₂-dosering ook het een en ander bekend. Afgezien van de kostprijs van CO₂ is belangrijk te weten hoeveel CO₂ er verbruikt wordt om een bepaald nivo te kunnen handhaven. Het totale verbruik bestaat uit verlies van CO₂ ten gevolge van luchtuitwisseling + de hoeveelheid die wordt opgenomen door de plant. Dit totale verbruik is uiteraard erg afhankelijk van de CO₂-concentratie zelf en van diverse andere factoren (lichtintensiteit, windsnelheid, raamopening, gewas- en kaseigenschappen). Het is goed mogelijk om er een berekening van te maken met behulp van gemeten waarden van de genoemde factoren. Het totale verbruik kan vervolgens omgerekend worden naar kosten voor dosering.

Wanneer, BIJ GEGEVEN KONDITIES IN DE KAS MAAR VOOR VERSCHILLENDE CO₂-NIVO'S, wordt berekend wat de toekomstige financiële opbrengst is, hoeveel de kosten van dosering bedragen en wat het verschil tussen baten en kosten (de winst) is, kan gevonden worden welke concentratie het gunstigst is. Deze concentratie is dan het optimum die als setpoint aan de 'gewone' regeling wordt doorgegeven. Wel zal het noodzakelijk zijn voldoende afvlakking van de invoergegevens toe te passen, om te voorkomen dat het berekende setpoint teveel en te snel varieert.

In de proef in de klimaatkas zal een dergelijke regeling getest worden. In deze voorstudie is een gevoeligheidstest gedaan, om vooraf te testen hoe belangrijk het is om in het model (in de regeling) de juiste waarde in te vullen voor bepaalde parameters. In dit verslag wordt tevens de achtergrond van het algoritme toegelicht, waardoor het tevens als dokumentatie bij het regelprogramma dient (listing in bijlage 3, toelichting in bijl. 4).

Het gebruikte programma is direkt afgeleid van een programma van het CABO (zie bijlage 1). Aangepast en/of toegevoegd zijn alleen:

- berekening van de ventilatie in afhankelijkheid van windsnelheid en raamopening (ventilatieformule van de klimaatkas)
- reële prijsverwachting
- berekening van de verhouding tussen winst en kosten van CO₂-dosering.

2 Principe en werkwijze

2.1 Afweging kosten en baten

Het principe bij economische optimalisatie van een (min of meer) kostbare factor is dat het nivo van die factor zodanig wordt gekozen dat een ZO GROOT MOGELIJK WINST ontstaat, waarbij $WINST = OPBRENGSTEN - KOSTEN$.

Dit is weergegeven in onderstaande fig. 1. Op de X-as staat de te optimaliseren factor (de CO₂-concentratie) en op de Y-as het criterium om het optimum vast te stellen (kosten en baten of winst in f/m².uur). Het CO₂-optimum wordt gevonden op de plaats waar de afstand tussen de kostenlijn en de batenlijn het grootst is (fig. 1a) of waar de winst het grootste is (fig. 1b). Immers als het CO₂-nivo hoger zou zijn dan dat optimum, zou weliswaar de financiële opbrengst iets hoger zijn, maar ook zouden de kosten hoger uitvallen. De winst, dus het verschil tussen kosten en opbrengsten zou lager zijn. De winst (fig. 1b) is ook lager bij een suboptimaal CO₂-nivo. Dit soort grafieken is weergegeven in bijlage 1 (berekeningen van Challa en Schapendonk).

De werkwijze bij optimalisatie is als volgt: met behulp van formules (modellen) is het mogelijk bij iedere CO₂-concentratie bij benadering te berekenen hoe groot de opbrengsten, kosten en winst zijn. (De wijze van berekening van kosten en opbrengsten komt in de volgende paragrafen aan de orde). Daar het de bedoeling is het optimale CO₂-nivo te vinden, moet de hele berekening een groot aantal keren worden uitgevoerd voor achtereenvolgens verschillende CO₂-nivo's (dit is de methode van iteratie = herhaalde berekening). Uit de resultaten van deze herhaalde berekeningen wordt die CO₂-concentratie gevonden waarbij de berekende winst het hoogste is. Deze CO₂-concentratie is dan het gezochte optimum.

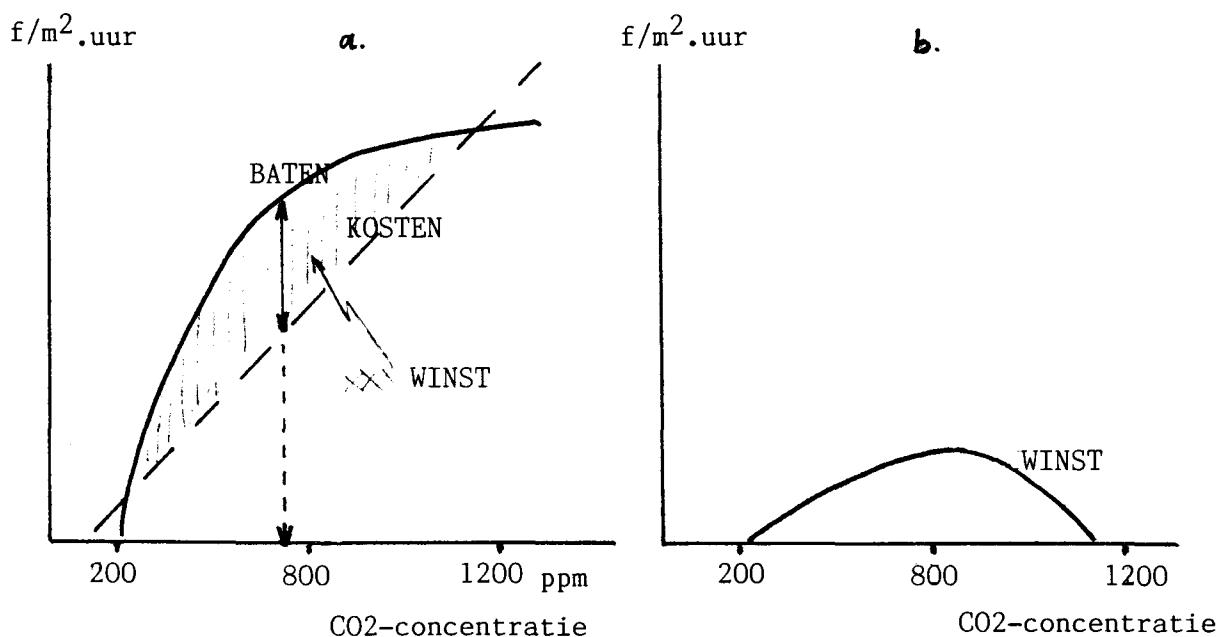


Fig.1 Het principe van optimalisatie van de CO₂-concentratie

2.2 Financiële opbrengst als functie van de CO₂-concentratie

Produktie

Aan de positieve kant van de financiële afweging komt de berekende financiële opbrengst per m² en per tijdseenheid te staan. Het is in principe mogelijk een benadering te maken volgens deze berekeningswijze:

$$\text{opbrengst (f/m}^2\text{.uur)} = \text{produktie (kg/m}^2\text{.uur)} * \text{waarde v.h. produkt (f/kg)}$$

$$\text{ofwel:} \quad O = P * p$$

$$\text{met:} \quad P = F * E * D * (1/g)$$

$$\begin{aligned} \text{waarin:} \quad O &= \text{opbrengstsnelheid (f/m}^2\text{.uur)} \\ P &= \text{produktiesnelheid aan veilbaar produkt (kg/m}^2\text{.uur)} \\ F &= \text{fotosynthesesnelheid (CO}_2\text{-opname, kg/m}^2\text{.uur)} \\ E &= \text{efficiëntie van de droge stof conversie} \\ &\quad \text{(kg droge stof per kg opgenomen CO}_2\text{)} \\ D &= \text{verdeling van de droge stof: de fraktie van de} \\ &\quad \text{totale droge stof dat naar de vrucht gaat (-)} \\ g &= \text{droge stof gehalte van de vrucht (-)} \\ p &= \text{prijs van het produkt (f/kg)} \end{aligned}$$

De berekening van de fotosynthese gebeurt met behulp van een fotosynthese model van het CABO. Gebruikmakend van gemeten lichtintensiteit, enkele bekende gewasgegevens en een bepaald, gekozen CO₂-nivo, wordt berekend hoeveel CO₂ in die situatie wordt opgenomen. Door vermenigvuldiging van F met E wordt bepaald hoeveel structurele droge stof er per m² per uur bijkomt (achtergronden bij Challa en Schapendonk).

De aangemaakte droge stof wordt vervolgens verdeeld over, en getransporteerd naar bladeren, stengels, wortels en vruchten. De fraktie die naar de vrucht gaat wordt D genoemd. D wordt waarschijnlijk beïnvloed door een aantal factoren, maar over de dynamiek (de veranderlijkheid binnen een korte periode) van de droge stof verdeling is weinig bekend. Over een langere periode gezien, kan wel een vaste verdeelsleutel worden aangenomen. In dit onderzoek wordt aangehouden dat gemiddeld 70% van de assimilaten in de vruchten terecht komt.

De volgende stap in de modelberekeningen is het omrekenen van gram droge stof naar gram vers materiaal. Hiervoor wordt het droog gewicht van de vrucht vermenigvuldigd met de reciproke van het droge stof gehalte. Aangenomen is dat een komkommervrucht voor 3.36 % uit droge stof bestaat.

Prijs van het produkt

De veilingprijs is zeer variabel en daardoor moeilijk in een model of regeling in te brengen. Een mogelijkheid is ook om zelf een prijsverwachting in te brengen en regelmatig bij te stellen. Een andere benadering is gebruik te maken van gemiddelde prijzen uit de afgelopen jaren. In bijlage 2 is een overzicht gegeven van de landelijke produktie in stuks en kg en de veilingprijs gemiddelden per week over de jaren 82 t/m 84 (gegevens van het PGF, verkregen via afd. bedrijfssynthese van het PTOG). In fig. 2 is grafisch weergegeven hoe het gemiddelde prijsverloop is van de totale produktie in kg (kwaliteiten export, binnenland plus stek). Het kilogram-totaal is berekend uit aantallen en gemiddeld vruchtgewicht. De prijs is een gewogen gemiddelde naar aanvoer, zowel binnen een jaar (prijs van de verschillende kwaliteiten) als tussen de jaren.

Het gemiddelde prijsverloop als functie van het weeknummer is weer te geven met behulp van een eenvoudige (parabolisch) vergelijking, nl:
 veilingprijs (ct/kg) = $343.9 - 18.6 * \text{weeknr} + 0.2810 * (\text{weeknr})^2$

Om rekening te houden met toegerekende kosten voor het oogsten (arbeid, fust, transport, enz) wordt in het algoritme de berekende veilingprijs met 25 cent/kg verlaagd (eveneens na overleg met de afd. bedrijfssynthese). Bovendien moet bij optimalisatie in een algoritme rekening gehouden worden met het feit dat pas over enige tijd geoogst gaat worden. Bij komkommer is dit 2 à 3 weken na de bloei. Gerekend kan worden dat op het moment van doseren een vrucht gemiddeld halverwege zijn groeiperiode is (1 à 1.5 week oud). Daarom wordt in de berekening van de waarde van het produkt de veilingprijsberekening gebruikt met daarin het weeknummer + 1.5. Als volgt:
waarde van het produkt (ct/kg) =
 $343.9 - 18.6 * (\text{weeknr} + 1.5) + 0.2810 * (\text{weeknr} + 1.5)^2 - 25$

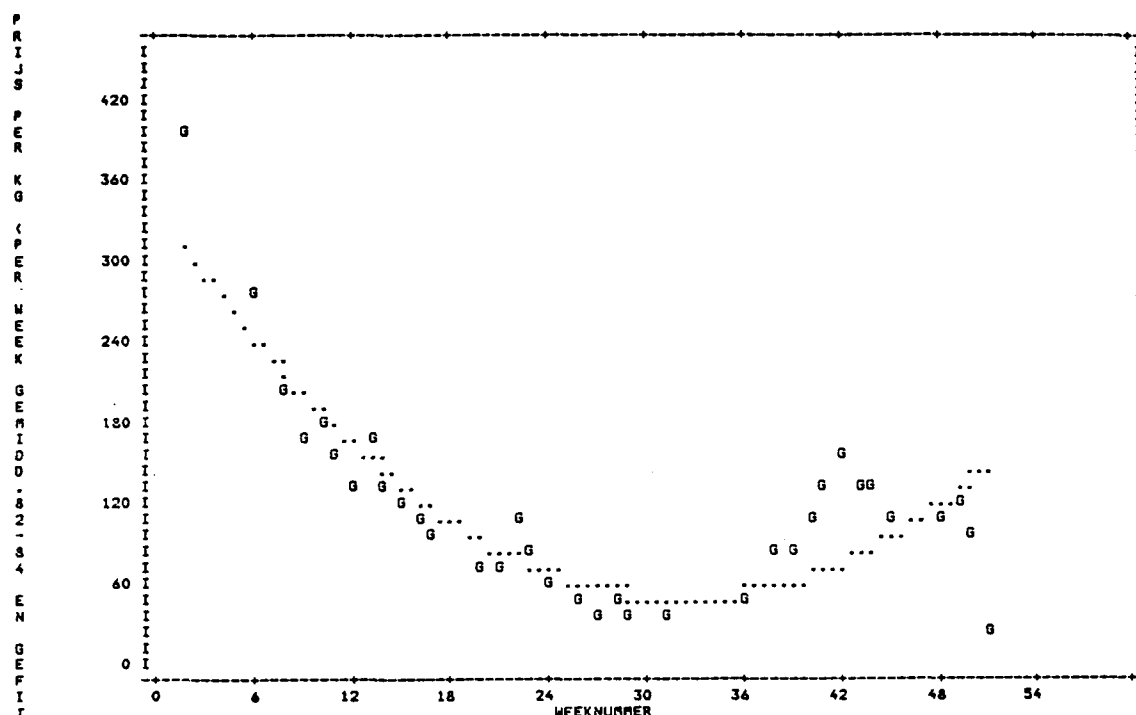


Fig.2 Verloop van de veilingprijs van week tot week.

Praktische problemen

Het beschreven principe is goed bruikbaar, maar levert wel problemen op wanneer het aankomt op praktische toepassing. Een probleem is dat er enige tijd verloopt tussen het moment van aanvang van de groei tot de oogst van het produkt. Tijdens de hele groeiperiode (enkele weken) hebben de klimaatsfactoren, waaronder CO₂, invloed op de oogst. Dit betekent ten eerste dat berekend moet worden wat het effect is van acties van dit moment op de oogst over enkele tijd. Er moet dus ook iets bekend zijn over vraag of planten 'een eenmaal gemiste kans nog kunnen inhalen'.

Ten tweede wordt in een financiële optimalisatie gewerkt worden met een gemiddelde (meerjarige) veilingprijs van het te oogsten produkt. Het is bekend dat de komkommerprijzen sterk schommelen en daardoor flink kunnen afwijken van de gebruikte gemiddelde prijs. In de gevoeligheids studie is daarom vooral ook bekeken hoe belangrijk het is of de veilingprijs goed geschat wordt. Voor de duidelijkheid: in de gevoeligheidstest is niet de bovenstaande vergelijking voor de komkommerprijs gebruikt, maar is de veilingprijs met stapjes verhoogd, net als de andere parameters/factoren.

2.3 Kosten van CO₂-dosering

De kosten van CO₂-dosering zijn te vinden door het totale verbruik te vermenigvuldigen met de kostprijs van CO₂. Het totale verbruik bestaat, zoals gezegd uit de hoeveelheid CO₂ die door de planten wordt opgenomen (de fotosynthese in g CO₂ per m²) + de hoeveelheid die door luchtuitwisseling (lek en ventilatie) verloren gaat.

$$K = (F + L) * B$$

met: $L = S * h * (C_i - C_u) * s * c$

waarin: K = kosten van CO₂-dosering (f/m².uur)
 F = fotosynthesesnelheid (CO₂-opname) (kg/m².uur)
 funktie van licht, CO₂, temp. en gewasgegevens
 L = lek- en ventilatieverliezen van CO₂ (kg/m².uur)
 B = bedrag (kostprijs) van CO₂ (f/kg)
 en: S = ventilatievoud (m³ lucht per m³ kasvolume per uur)
 h = hoogte van de kas (m)
 C_i = CO₂-concentratie in de kaslucht (ppm)
 C_u = CO₂-concentratie in de buitenlucht (ppm)
 s = soortelijke dichtheid van CO₂-gas (1.8 kg/m³)
 c = omrekening van ppm naar m³ CO₂ per m³ lucht (0.000001)

Voor de klimaatkas, waarin het programma getest gaat worden, is de volgende vergelijking bekend voor de ventilatiekarakteristiek:

$$S = 0.07 * WS * (RO + 0.3)$$

waarin: WS = windsnelheid (m/s)
 RO = raamopening (relatief in % van maximum)

Voor wat betreft de kostprijs van CO₂ zijn een aantal keuzes mogelijk. Op de meeste tuinbouwbedrijven wordt thans rookgas CO₂ gestookt. Dit betekent dat CO₂ (vrijwel) niets kost zolang er een warmtevraag is. Bovendien kan door allerlei technische aanpassingen (terugregelen van brander, warmteopslag, enz.) nog veel langer voor weinig geld CO₂ verkregen worden. In die omstandigheden is een optimalisatie totaal zinloos, want aan de kostenkant kan geen bedrag worden ingevuld. Dosering tot een hoog nivo is dan het beste.

In deze optimalisatie is ervoor gekozen om wel een vaste kostprijs voor CO₂ in rekening te brengen om de volgende reden. De eerste doelstelling van deze voorstudie en van de proef in voorjaar 1986 is om te testen of de optimalisatie met behulp van het simulatiemodel wel of niet werkt. Daarin is niet essentieel hoe de kostprijs van CO₂ tot stand komt. Event. is het mogelijk om later de kostprijs van CO₂ te laten afhangen van de warmtevraag (bv: als de buizen warm zijn brandt dus de ketel en is CO₂ gratis) of van warmteopslag enz. Een andere overweging waarom een vaste prijs voor CO₂ is gekozen, is dat in de toekomst wellicht meer tuinders zuivere CO₂ uit een tank gaan doseren, ivm het niet zuiver zijn van rookgas-CO₂ of ivm gebruik van steenkool of restwarmte.

In overleg met het consultantschap is voor de kostprijs van CO₂ een bedrag van f0.40/kg ingevuld. Dit lijkt een redelijk gemiddelde te zijn van de prijzen die door tuinders betaald worden.

3. Gevoeligheidstest (werkwijze)

Voordat het regelprogramma geïmplementeerd wordt op de procescomputer (Siemens) is het zinvol het eerst uit te testen op een systeem dat los staat van de klimaatregeling ('droogzwemmen'). Daartoe is het programma gedraaid op de VAX, waarbij de respons van de kas en het gewas afwezig zijn. Op deze wijze kan het algoritme getest worden op programmeerfouten. Bovendien kan bij het testen bekeken worden hoe gevoelig het programma is voor bepaalde parameters, wat natuurlijk niet mogelijk is als het programma in een regeling draait.

Het gaat enerzijds om 'interne' parameters (die in het model horen) en anderzijds om externe parameters die een eigenschap beschrijven van de kas of het gewas (bv de lekheid van de kas of het bladoppervlak van het gewas). Verder doen er nog klimaatsfactoren mee in het algoritme, nl. in-straling, windsnelheid en raamopening. Van de interne parameters is niet altijd de exakte waarde bekend, soms slechts een benadering (uit literatuur of experimenten). Daarom is gekeken hoe het eindresultaat beïnvloed kan worden door een afwijkende waarde van een parameter. Van de externe parameters en factoren is meestal wel de waarde bekend (uit momentane metingen). De gevoeligheidstest met die parameters/factoren is om te bekijken hoeveel effect die factoren hebben.

De werkwijze was dat steeds één parameter/factor werd gevarieerd, terwijl de anderen op een konstante (uitgekozen) waarde bleven (zie tabel 1). Het programma berekende dan de fotosynthese (FOTOS), de CO₂-verliezen door luchtuitwisseling (CVENT, niet in tabellen) en het totale CO₂-verbruik en dosering (CDOS) met behulp van deze parameters, precies zoals dat ook in een regelalgoritme zou gebeuren. Het verschil is dat in een regelprogramma (in een regelcomputer) de benodigde klimaatgegevens binnenkomen via metingen (bv. van straling, windsnelheid, raamopening) en in een test-programma via invoering vanaf de terminal of vanaf de schijf.

In de laatste kolommen van de tabellen staat de CO₂-concentratie die economisch optimaal is onder die omstandigheden. Als er een waarde boven de 1200 ppm werd gevonden, is alleen vermeld '>1200'. Het heeft nl. weinig zin zo hoog te doseren omdat al boven 1000 ppm nog slechts zeer weinig extra winst wordt behaald met extra CO₂-dosering (verzadigingseffect ofwel afnemende meeropbrengst). Ook wordt bij hogere CO₂-nivo's de kans op schadelijke neveneffecten groter.

Verhouding tussen winst en kosten van CO₂-dosering

Om het economisch optimum te bepalen, is, zoals beschreven, het verschil tussen opbrengsten en kosten (de winst) het criterium geweest. Eveneens interessant is om te bekijken hoe de verhouding is tussen winst en kosten voor CO₂-dosering. Het is immers niet erg zinvol om veel geld in de dosering te steken als daarmee maar een zeer kleine winst wordt behaald. De verhouding tussen winst en kosten moet voldoende groot zijn. Eventueel zou dit gegeven als criterium meegenomen kunnen worden voor het bepalen van het optimum. De verhouding (KPVERH) is berekend en als variabele afgedrukt in de een na laatste kolom van tabel 1 en 2, waarbij:

$$KPVERH = \text{WINST} / \text{KOSTEN VOOR CO}_2, \text{ beide in ct/m}^2\text{s.}$$

4 Resultaten

In tabel 1 staan de volgende parameters, factoren en grootheden:

	<u>parameters/factoren</u>	<u>eenheid</u>
RTOT	totale weerstand in het blad CO ₂ -opname	s/m
EXTCOF	lichtuitdoving in het gewas	-
TRMCOF	transmissiecoëfficiënt van licht door blad	-
LAI	blad oppervlak index	-
GAMMA	compensatiepunt voor CO ₂	ppm
CO ₂ EFF	droge stofconversie (kg dr.st. per kg CO ₂)	-
DVERD	droge stof verdeling naar de vrucht	-
DSG	droge stof gehalte van de vrucht	%
RAD	straling, PAR in kas	W/m ²
WS	windsnelheid	m/s
RO	raamopening	%
PRICO ₂	kostprijs voor CO ₂	ct/kg
PRICROP	veilingprijs	ct/kg
	<u>berekende grootheden</u>	
CDOS	CO ₂ -dosering	mg/m ² .s
FOTOS	fotosynthesesnelheid	mg/m ² .s
FINOUT	winst	ct/m ² .uur
KPVERH	kostprijsverhouding (winst/kosten)	-
CO ₂ CON	CO ₂ -concentratie (economisch optimum)	ppm

TABEL 1 Voorbeeld uit de resultaten. Om beurten wordt één parameter of faktor gevarieerd en bovendien zijn er twee lichtintensiteiten gebruikt (15 en 50 W/m² PAR in de kas). In de laatste vijf kolommen staan berekende resultaten, waarvan de allerlaatste het berekende CO₂-optimum is.

RTOT	EXTCOF	TRMCOF	LAI	GAMMA	CO ₂ EFF	DVERD	DSG	RAD	WS	RD	PRIC02	PRICROP	COOS	FOTOS	FINOUT	KPVERH	CO ₂ COIN
100.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	15.00	4.00	3.00	40.00	150.00	0.44	0.15	0.60	9.34	580.00
122.22	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	15.00	4.00	3.00	40.00	150.00	0.44	0.15	0.60	9.34	580.00
144.44	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	15.00	4.00	3.00	40.00	150.00	0.44	0.15	0.60	9.33	580.00
166.67	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	15.00	4.00	3.00	40.00	150.00	0.44	0.15	0.60	9.33	580.00
188.89	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	15.00	4.00	3.00	40.00	150.00	0.44	0.15	0.60	9.32	580.00
211.11	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	15.00	4.00	3.00	40.00	150.00	0.44	0.15	0.59	9.03	590.00
233.33	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	15.00	4.00	3.00	40.00	150.00	0.46	0.15	0.59	9.02	590.00
255.56	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	15.00	4.00	3.00	40.00	150.00	0.46	0.15	0.59	9.02	590.00
277.78	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	15.00	4.00	3.00	40.00	150.00	0.46	0.15	0.59	9.01	590.00
300.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	15.00	4.00	3.00	40.00	150.00	0.46	0.15	0.59	9.01	590.00
200.00	0.30	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	15.00	4.00	3.00	40.00	150.00	0.30	0.11	0.44	10.36	500.00
200.00	0.40	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	15.00	4.00	3.00	40.00	150.00	0.39	0.13	0.53	9.45	550.00
200.00	0.50	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	15.00	4.00	3.00	40.00	150.00	0.44	0.14	0.59	9.21	580.00
200.00	0.60	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	15.00	4.00	3.00	40.00	150.00	0.48	0.15	0.63	9.12	600.00
200.00	0.70	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	15.00	4.00	3.00	40.00	150.00	0.51	0.16	0.66	8.91	620.00
200.00	0.80	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	15.00	4.00	3.00	40.00	150.00	0.53	0.17	0.68	8.88	630.00
200.00	0.90	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	15.00	4.00	3.00	40.00	150.00	0.55	0.17	0.70	8.79	640.00
200.00	1.00	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	15.00	4.00	3.00	40.00	150.00	0.57	0.17	0.71	8.65	650.00
200.00	1.10	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	15.00	4.00	3.00	40.00	150.00	0.58	0.18	0.71	8.49	660.00
200.00	1.20	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	15.00	4.00	3.00	40.00	150.00	0.58	0.18	0.71	8.52	660.00
200.00	0.52	0.10	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	15.00	4.00	3.00	40.00	150.00	0.50	0.16	0.64	9.01	610.00
200.00	0.52	0.11	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	15.00	4.00	3.00	40.00	150.00	0.49	0.16	0.63	8.90	610.00
200.00	0.52	0.12	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	15.00	4.00	3.00	40.00	150.00	0.48	0.15	0.62	9.06	600.00
200.00	0.52	0.13	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	15.00	4.00	3.00	40.00	150.00	0.46	0.15	0.61	9.22	590.00
200.00	0.52	0.14	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	15.00	4.00	3.00	40.00	150.00	0.46	0.15	0.60	9.09	590.00
200.00	0.52	0.16	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	15.00	4.00	3.00	40.00	150.00	0.44	0.15	0.59	9.26	580.00
200.00	0.52	0.17	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	15.00	4.00	3.00	40.00	150.00	0.44	0.14	0.58	9.12	580.00
200.00	0.52	0.18	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	15.00	4.00	3.00	40.00	150.00	0.42	0.14	0.57	9.28	570.00
200.00	0.52	0.19	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	15.00	4.00	3.00	40.00	150.00	0.41	0.14	0.55	9.45	560.00
200.00	0.52	0.20	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	15.00	4.00	3.00	40.00	150.00	0.40	0.13	0.54	9.30	560.00
200.00	0.52	0.15	1.00	32.00	0.48	0.70	3.36	15.00	4.00	3.00	40.00	150.00	0.14	0.07	0.29	14.50	400.00
200.00	0.52	0.15	1.39	32.00	0.48	0.70	3.36	15.00	4.00	3.00	40.00	150.00	0.24	0.09	0.37	10.84	460.00
200.00	0.52	0.15	1.78	32.00	0.48	0.70	3.36	15.00	4.00	3.00	40.00	150.00	0.32	0.11	0.44	9.56	510.00
200.00	0.52	0.15	2.17	32.00	0.48	0.70	3.36	15.00	4.00	3.00	40.00	150.00	0.37	0.12	0.50	9.32	540.00
200.00	0.52	0.15	2.56	32.00	0.48	0.70	3.36	15.00	4.00	3.00	40.00	150.00	0.41	0.14	0.55	9.34	560.00
200.00	0.52	0.15	2.94	32.00	0.48	0.70	3.36	15.00	4.00	3.00	40.00	150.00	0.44	0.15	0.59	9.25	580.00
200.00	0.52	0.15	3.33	32.00	0.48	0.70	3.36	15.00	4.00	3.00	40.00	150.00	0.48	0.15	0.62	9.11	600.00
200.00	0.52	0.15	3.72	32.00	0.48	0.70	3.36	15.00	4.00	3.00	40.00	150.00	0.49	0.16	0.65	9.13	610.00
200.00	0.52	0.15	4.11	32.00	0.48	0.70	3.36	15.00	4.00	3.00	40.00	150.00	0.51	0.17	0.67	9.19	620.00
200.00	0.52	0.15	4.50	32.00	0.48	0.70	3.36	15.00	4.00	3.00	40.00	150.00	0.52	0.17	0.69	9.17	630.00
200.00	0.52	0.15	3.00	25.00	0.48	0.70	3.36	15.00	4.00	3.00	40.00	150.00	0.38	0.15	0.62	11.43	530.00
200.00	0.52	0.15	3.00	27.78	0.48	0.70	3.36	15.00	4.00	3.00	40.00	150.00	0.40	0.15	0.61	10.50	550.00
200.00	0.52	0.15	3.00	30.56	0.48	0.70	3.36	15.00	4.00	3.00	40.00	150.00	0.43	0.15	0.60	9.69	570.00
200.00	0.52	0.15	3.00	33.33	0.48	0.70	3.36	15.00	4.00	3.00	40.00	150.00	0.47	0.15	0.59	8.71	600.00
200.00	0.52	0.15	3.00	36.11	0.48	0.70	3.36	15.00	4.00	3.00	40.00	150.00	0.50	0.15	0.58	8.11	620.00
200.00	0.52	0.15	3.00	38.89	0.48	0.70	3.36	15.00	4.00	3.00	40.00	150.00	0.51	0.14	0.57	7.79	630.00
200.00	0.52	0.15	3.00	41.67	0.48	0.70	3.36	15.00	4.00	3.00	40.00	150.00	0.54	0.14	0.56	7.29	650.00
200.00	0.52	0.15	3.00	44.44	0.48	0.70	3.36	15.00	4.00	3.00	40.00	150.00	0.56	0.14	0.56	6.84	670.00
200.00	0.52	0.15	3.00	47.22	0.48	0.70	3.36	15.00	4.00	3.00	40.00	150.00	0.59	0.14	0.55	6.44	690.00
200.00	0.52	0.15	3.00	50.00	0.48	0.70	3.36	15.00	4.00	3.00	40.00	150.00	0.60	0.14	0.54	6.21	700.00

RTOT	EXTCOF	TRMCOF	LAI	GAMMA	CO2EFF	DVERD	DSG	R4D	WS	RO	PRIC02	PRICROP	CDOS	FOTOS	FINOUT	KPVERH	OPTIMUM CO2CON
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.30	0.70	3.36	15.00	4.00	3.00	40.00	150.00	0.24	0.14	0.35	10.15	440.00
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.33	0.70	3.36	15.00	4.00	3.00	40.00	150.00	0.29	0.14	0.40	9.67	470.00
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.37	0.70	3.36	15.00	4.00	3.00	40.00	150.00	0.33	0.14	0.44	9.33	500.00
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.40	0.70	3.36	15.00	4.00	3.00	40.00	150.00	0.37	0.14	0.49	9.08	530.00
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.43	0.70	3.36	15.00	4.00	3.00	40.00	150.00	0.40	0.14	0.53	9.21	550.00
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.47	0.70	3.36	15.00	4.00	3.00	40.00	150.00	0.44	0.15	0.58	9.03	580.00
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.50	0.70	3.36	15.00	4.00	3.00	40.00	150.00	0.47	0.15	0.62	9.16	600.00
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.53	0.70	3.36	15.00	4.00	3.00	40.00	150.00	0.50	0.15	0.67	9.28	620.00
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.57	0.70	3.36	15.00	4.00	3.00	40.00	150.00	0.53	0.15	0.72	9.39	640.00
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.60	0.70	3.36	15.00	4.00	3.00	40.00	150.00	0.56	0.15	0.76	9.50	660.00
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.40	3.36	15.00	4.00	3.00	40.00	150.00	0.21	0.14	0.32	10.46	420.00
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.44	3.36	15.00	4.00	3.00	40.00	150.00	0.26	0.14	0.36	9.75	450.00
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.49	3.36	15.00	4.00	3.00	40.00	150.00	0.30	0.14	0.40	9.26	480.00
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.53	3.36	15.00	4.00	3.00	40.00	150.00	0.33	0.14	0.44	9.30	500.00
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.58	3.36	15.00	4.00	3.00	40.00	150.00	0.36	0.14	0.48	9.34	520.00
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.62	3.36	15.00	4.00	3.00	40.00	150.00	0.40	0.14	0.52	9.06	550.00
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.67	3.36	15.00	4.00	3.00	40.00	150.00	0.43	0.15	0.56	9.12	570.00
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.71	3.36	15.00	4.00	3.00	40.00	150.00	0.46	0.15	0.61	9.19	590.00
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.76	3.36	15.00	4.00	3.00	40.00	150.00	0.49	0.15	0.65	9.25	610.00
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.80	3.36	15.00	4.00	3.00	40.00	150.00	0.51	0.15	0.69	9.31	630.00
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	2.50	15.00	4.00	3.00	40.00	150.00	0.60	0.15	0.83	9.56	690.00
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	2.72	15.00	4.00	3.00	40.00	150.00	0.56	0.15	0.75	9.36	660.00
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	2.94	15.00	4.00	3.00	40.00	150.00	0.51	0.15	0.69	9.30	630.00
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.17	15.00	4.00	3.00	40.00	150.00	0.49	0.15	0.64	9.08	610.00
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.39	15.00	4.00	3.00	40.00	150.00	0.44	0.15	0.59	9.23	580.00
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.61	15.00	4.00	3.00	40.00	150.00	0.41	0.15	0.55	9.20	560.00
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.83	15.00	4.00	3.00	40.00	150.00	0.39	0.14	0.51	9.25	540.00
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	4.06	15.00	4.00	3.00	40.00	150.00	0.37	0.14	0.48	9.02	530.00
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	4.28	15.00	4.00	3.00	40.00	150.00	0.34	0.14	0.46	9.22	510.00
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	4.50	15.00	4.00	3.00	40.00	150.00	0.31	0.14	0.43	9.51	490.00
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	15.00	4.00	3.00	40.00	150.00	0.46	0.15	0.60	9.03	590.00
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	34.44	4.00	3.00	40.00	150.00	1.09	0.34	1.39	8.84	920.00
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	53.89	4.00	3.00	40.00	150.00	1.59	0.53	2.15	9.38	1160.00
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	73.33	4.00	3.00	40.00	150.00	1.78	0.69	2.86	11.16	>1200
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	92.78	4.00	3.00	40.00	150.00	1.92	0.84	3.52	12.75	>1200
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	112.22	4.00	3.00	40.00	150.00	2.04	0.98	4.13	14.05	>1200
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	131.67	4.00	3.00	40.00	150.00	2.16	1.11	4.70	15.11	>1200
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	151.11	4.00	3.00	40.00	150.00	2.27	1.23	5.23	16.01	>1200
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	170.56	4.00	3.00	40.00	150.00	2.37	1.35	5.73	16.78	>1200
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	190.00	4.00	3.00	40.00	150.00	2.47	1.46	6.20	17.44	>1200
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	15.00	4.00	3.00	40.00	150.00	0.46	0.15	0.60	9.03	590.00
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	15.00	4.89	3.00	40.00	150.00	0.41	0.14	0.59	9.85	520.00
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	15.00	5.78	3.00	40.00	150.00	0.39	0.14	0.58	10.41	480.00
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	15.00	6.67	3.00	40.00	150.00	0.33	0.14	0.57	11.91	440.00
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	15.00	7.56	3.00	40.00	150.00	0.28	0.14	0.57	13.91	410.00
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	15.00	8.44	3.00	40.00	150.00	0.22	0.13	0.57	18.26	380.00
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	15.00	9.33	3.00	40.00	150.00	0.16	0.13	0.57	24.33	360.00
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	15.00	10.22	3.00	40.00	150.00	0.09	0.13	0.57	41.41	340.00
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	15.00	11.11	3.00	40.00	150.00	0.02	0.13	0.57	251.77	340.00
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	15.00	12.00	3.00	40.00	150.00	0.01	0.13	0.57	416.63	340.00

RTOT	EXTCOF	TRMCOF	LAI	GAMMA	COEFF	DVERD	DSG	RAD	WS	RO	PRIC02	PRICROP	CDOS	FOTOS	FINOUT	KPVERH	CPTIMM	CO2CON
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	15.00	4.00	0.00	40.00	150.00	0.23	0.16	0.69	20.78	>1200	
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	15.00	4.00	2.22	40.00	150.00	0.47	0.15	0.61	8.91	680.00	
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	15.00	4.00	4.44	40.00	150.00	0.38	0.14	0.58	10.45	480.00	
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	15.00	4.00	6.67	40.00	150.00	0.22	0.13	0.57	18.26	380.00	
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	15.00	4.00	8.89	40.00	150.00	0.02	0.13	0.57	254.84	340.00	
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	15.00	4.00	11.11	40.00	150.00	0.00	0.13	0.57	254.84	340.00	
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	15.00	4.00	13.33	40.00	150.00	0.04	0.13	0.57	108.20	340.00	
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	15.00	4.00	15.56	40.00	150.00	0.03	0.13	0.57	145.74	340.00	
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	15.00	4.00	17.78	40.00	150.00	0.02	0.13	0.57	222.60	340.00	
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	15.00	4.00	20.00	40.00	150.00	0.01	0.13	0.57	468.54	340.00	
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	15.00	4.00	3.00	25.00	150.00	0.70	0.15	0.63	9.95	760.00	
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	15.00	4.00	3.00	30.56	150.00	0.59	0.15	0.61	9.51	680.00	
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	15.00	4.00	3.00	36.11	150.00	0.50	0.15	0.60	9.25	620.00	
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	15.00	4.00	3.00	41.67	150.00	0.43	0.15	0.59	9.20	570.00	
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	15.00	4.00	3.00	47.22	150.00	0.37	0.14	0.58	9.25	530.00	
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	15.00	4.00	3.00	52.78	150.00	0.33	0.14	0.58	9.25	500.00	
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	15.00	4.00	3.00	58.33	150.00	0.29	0.14	0.57	9.53	470.00	
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	15.00	4.00	3.00	63.89	150.00	0.26	0.14	0.57	9.60	450.00	
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	15.00	4.00	3.00	69.44	150.00	0.21	0.14	0.56	10.55	420.00	
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	15.00	4.00	3.00	75.00	150.00	0.18	0.13	0.56	11.25	400.00	
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	15.00	4.00	3.00	40.00	80.00	0.12	0.13	0.24	13.45	360.00	
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	15.00	4.00	3.00	40.00	124.44	0.34	0.14	0.46	9.35	510.00	
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	15.00	4.00	3.00	40.00	168.89	0.51	0.15	0.70	9.39	630.00	
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	15.00	4.00	3.00	40.00	213.33	0.67	0.15	0.94	9.70	740.00	
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	15.00	4.00	3.00	40.00	257.78	0.80	0.15	1.18	10.30	830.00	
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	15.00	4.00	3.00	40.00	302.22	0.91	0.16	1.43	10.93	910.00	
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	15.00	4.00	3.00	40.00	346.67	1.01	0.16	1.68	11.59	980.00	
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	15.00	4.00	3.00	40.00	391.11	1.11	0.16	1.94	12.16	1050.00	
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	15.00	4.00	3.00	40.00	435.56	1.20	0.16	2.19	12.64	1120.00	
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	15.00	4.00	3.00	40.00	480.00	1.29	0.16	2.45	13.20	1180.00	

RTOT	EXTCOF	TRMCOF	LAI	GAMMA	CO2EFF	DVERD	DSG	RAD	WS	RO	PRICO2	PRICROP	CDOS	FOTOS	FINOUT	KPUERH	OPTIMUM CO2CON
100.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	50.00	4.00	3.00	40.00	150.00	1.46	0.49	2.01	9.54	1090.00
122.22	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	50.00	4.00	3.00	40.00	150.00	1.46	0.49	2.01	9.53	1090.00
144.44	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	50.00	4.00	3.00	40.00	150.00	1.48	0.49	2.01	9.44	1100.00
166.67	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	50.00	4.00	3.00	40.00	150.00	1.49	0.49	2.00	9.34	1110.00
188.89	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	50.00	4.00	3.00	40.00	150.00	1.49	0.49	2.00	9.33	1110.00
211.11	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	50.00	4.00	3.00	40.00	150.00	1.50	0.49	2.00	9.24	1120.00
233.33	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	50.00	4.00	3.00	40.00	150.00	1.52	0.49	2.00	9.15	1130.00
255.56	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	50.00	4.00	3.00	40.00	150.00	1.53	0.49	2.00	9.06	1140.00
277.78	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	50.00	4.00	3.00	40.00	150.00	1.53	0.49	2.00	9.03	1140.00
300.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	50.00	4.00	3.00	40.00	150.00	1.55	0.49	1.99	8.96	1150.00
200.00	0.30	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	50.00	4.00	3.00	40.00	150.00	1.19	0.38	1.53	8.91	970.00
200.00	0.40	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	50.00	4.00	3.00	40.00	150.00	1.36	0.44	1.79	9.14	1050.00
200.00	0.50	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	50.00	4.00	3.00	40.00	150.00	1.48	0.49	1.97	9.23	1110.00
200.00	0.60	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	50.00	4.00	3.00	40.00	150.00	1.57	0.52	2.10	9.30	1150.00
200.00	0.70	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	50.00	4.00	3.00	40.00	150.00	1.63	0.54	2.18	9.31	1180.00
200.00	0.80	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	50.00	4.00	3.00	40.00	150.00	1.65	0.55	2.23	9.39	>1200
200.00	0.90	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	50.00	4.00	3.00	40.00	150.00	1.66	0.56	2.26	9.47	>1200
200.00	1.00	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	50.00	4.00	3.00	40.00	150.00	1.66	0.56	2.27	9.51	>1200
200.00	1.10	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	50.00	4.00	3.00	40.00	150.00	1.66	0.56	2.27	9.51	>1200
200.00	1.20	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	50.00	4.00	3.00	40.00	150.00	1.66	0.56	2.26	9.48	>1200
200.00	0.52	0.10	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	50.00	4.00	3.00	40.00	150.00	1.59	0.53	2.15	9.39	1160.00
200.00	0.52	0.11	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	50.00	4.00	3.00	40.00	150.00	1.57	0.52	2.12	9.37	1150.00
200.00	0.52	0.12	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	50.00	4.00	3.00	40.00	150.00	1.53	0.51	2.09	9.33	1140.00
200.00	0.52	0.13	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	50.00	4.00	3.00	40.00	150.00	1.53	0.51	2.05	9.33	1130.00
200.00	0.52	0.14	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	50.00	4.00	3.00	40.00	150.00	1.51	0.50	2.02	9.30	1120.00
200.00	0.52	0.16	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	50.00	4.00	3.00	40.00	150.00	1.49	0.49	1.98	9.27	1110.00
200.00	0.52	0.17	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	50.00	4.00	3.00	40.00	150.00	1.46	0.48	1.95	9.23	1100.00
200.00	0.52	0.18	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	50.00	4.00	3.00	40.00	150.00	1.44	0.47	1.91	9.19	1090.00
200.00	0.52	0.19	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	50.00	4.00	3.00	40.00	150.00	1.42	0.46	1.87	9.15	1080.00
200.00	0.52	0.20	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	50.00	4.00	3.00	40.00	150.00	1.40	0.45	1.83	9.09	1070.00
200.00	0.52	0.15	1.00	32.00	0.48	0.70	3.36	50.00	4.00	3.00	40.00	150.00	0.84	0.23	0.93	7.69	800.00
200.00	0.52	0.15	1.39	32.00	0.48	0.70	3.36	50.00	4.00	3.00	40.00	150.00	1.04	0.30	1.22	8.15	900.00
200.00	0.52	0.15	1.78	32.00	0.48	0.70	3.36	50.00	4.00	3.00	40.00	150.00	1.20	0.36	1.47	8.47	980.00
200.00	0.52	0.15	2.17	32.00	0.48	0.70	3.36	50.00	4.00	3.00	40.00	150.00	1.31	0.41	1.67	8.84	1030.00
200.00	0.52	0.15	2.56	32.00	0.48	0.70	3.36	50.00	4.00	3.00	40.00	150.00	1.42	0.45	1.84	9.03	1080.00
200.00	0.52	0.15	2.94	32.00	0.48	0.70	3.36	50.00	4.00	3.00	40.00	150.00	1.49	0.49	1.98	9.27	1110.00
200.00	0.52	0.15	3.33	32.00	0.48	0.70	3.36	50.00	4.00	3.00	40.00	150.00	1.55	0.52	2.10	9.41	1140.00
200.00	0.52	0.15	3.72	32.00	0.48	0.70	3.36	50.00	4.00	3.00	40.00	150.00	1.60	0.54	2.20	9.56	1160.00
200.00	0.52	0.15	4.11	32.00	0.48	0.70	3.36	50.00	4.00	3.00	40.00	150.00	1.64	0.56	2.27	9.65	1180.00
200.00	0.52	0.15	4.50	32.00	0.48	0.70	3.36	50.00	4.00	3.00	40.00	150.00	1.66	0.57	2.34	9.77	>1200
200.00	0.52	0.15	3.00	25.00	0.48	0.70	3.36	50.00	4.00	3.00	40.00	150.00	1.36	0.50	2.05	10.49	1010.00
200.00	0.52	0.15	3.00	27.78	0.48	0.70	3.36	50.00	4.00	3.00	40.00	150.00	1.41	0.50	2.03	10.00	1050.00
200.00	0.52	0.15	3.00	30.56	0.48	0.70	3.36	50.00	4.00	3.00	40.00	150.00	1.48	0.49	2.01	9.45	1100.00
200.00	0.52	0.15	3.00	33.33	0.48	0.70	3.36	50.00	4.00	3.00	40.00	150.00	1.53	0.49	1.99	9.04	1140.00
200.00	0.52	0.15	3.00	36.11	0.48	0.70	3.36	50.00	4.00	3.00	40.00	150.00	1.58	0.49	1.93	8.66	1180.00
200.00	0.52	0.15	3.00	38.89	0.48	0.70	3.36	50.00	4.00	3.00	40.00	150.00	1.59	0.49	1.96	8.53	>1200
200.00	0.52	0.15	3.00	41.67	0.48	0.70	3.36	50.00	4.00	3.00	40.00	150.00	1.59	0.48	1.94	8.47	>1200
200.00	0.52	0.15	3.00	44.44	0.48	0.70	3.36	50.00	4.00	3.00	40.00	150.00	1.59	0.48	1.93	8.42	>1200
200.00	0.52	0.15	3.00	47.22	0.48	0.70	3.36	50.00	4.00	3.00	40.00	150.00	1.58	0.48	1.91	8.37	>1200
200.00	0.52	0.15	3.00	50.00	0.48	0.70	3.36	50.00	4.00	3.00	40.00	150.00	1.58	0.47	1.89	8.31	>1200

RTOT	EXTCOF	TRMCOF	LAI	GAMMA	CO2EFF	DVERD	DSG	RAD	US	RO	PRIC02	PRICROP	COOS	FOTOS	FINOUT	KPVERH	CO2CON
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.30	0.70	3.36	50.00	4.00	3.00	40.00	150.00	1.14	0.48	1.18	7.17	870.00
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.33	0.70	3.36	50.00	4.00	3.00	40.00	150.00	1.22	0.48	1.33	7.60	920.00
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.37	0.70	3.36	50.00	4.00	3.00	40.00	150.00	1.29	0.49	1.48	7.98	970.00
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.40	0.70	3.36	50.00	4.00	3.00	40.00	150.00	1.36	0.49	1.63	8.34	1020.00
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.43	0.70	3.36	50.00	4.00	3.00	40.00	150.00	1.42	0.49	1.79	8.75	1060.00
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.47	0.70	3.36	50.00	4.00	3.00	40.00	150.00	1.48	0.49	1.94	9.13	1100.00
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.50	0.70	3.36	50.00	4.00	3.00	40.00	150.00	1.53	0.49	2.09	9.49	1140.00 *
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.53	0.70	3.36	50.00	4.00	3.00	40.00	150.00	1.59	0.50	2.25	9.83	1180.00
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.57	0.70	3.36	50.00	4.00	3.00	40.00	150.00	1.60	0.50	2.40	10.41	>1200
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.60	0.70	3.36	50.00	4.00	3.00	40.00	150.00	1.60	0.50	2.56	11.08	>1200
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.40	3.36	50.00	4.00	3.00	40.00	150.00	1.09	0.48	1.07	6.81	830.00
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.44	3.36	50.00	4.00	3.00	40.00	150.00	1.16	0.48	1.20	7.20	880.00
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.49	3.36	50.00	4.00	3.00	40.00	150.00	1.23	0.48	1.34	7.55	930.00
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.53	3.36	50.00	4.00	3.00	40.00	150.00	1.29	0.49	1.48	7.96	970.00
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.58	3.36	50.00	4.00	3.00	40.00	150.00	1.35	0.49	1.62	8.34	1010.00
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.62	3.36	50.00	4.00	3.00	40.00	150.00	1.40	0.49	1.76	8.69	1050.00
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.67	3.36	50.00	4.00	3.00	40.00	150.00	1.46	0.49	1.90	9.01	1090.00
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.71	3.36	50.00	4.00	3.00	40.00	150.00	1.52	0.49	2.04	9.32	1130.00
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.76	3.36	50.00	4.00	3.00	40.00	150.00	1.56	0.49	2.18	9.69	1160.00
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.80	3.36	50.00	4.00	3.00	40.00	150.00	1.60	0.50	2.32	10.05	>1200
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	2.50	50.00	4.00	3.00	40.00	150.00	1.60	0.50	2.77	11.99	>1200
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	2.72	50.00	4.00	3.00	40.00	150.00	1.60	0.50	2.52	10.93	>1200
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	2.94	50.00	4.00	3.00	40.00	150.00	1.60	0.50	2.32	10.03	>1200
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.17	50.00	4.00	3.00	40.00	150.00	1.55	0.49	2.14	9.60	1150.00
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.39	50.00	4.00	3.00	40.00	150.00	1.49	0.49	1.98	9.24	1110.00
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.61	50.00	4.00	3.00	40.00	150.00	1.45	0.49	1.85	8.87	1080.00
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.83	50.00	4.00	3.00	40.00	150.00	1.39	0.49	1.73	8.64	1040.00
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	4.06	50.00	4.00	3.00	40.00	150.00	1.35	0.49	1.62	8.37	1010.00
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	4.28	50.00	4.00	3.00	40.00	150.00	1.30	0.49	1.53	8.15	980.00
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	4.50	50.00	4.00	3.00	40.00	150.00	1.27	0.48	1.44	7.87	960.00
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	50.00	4.00	3.00	40.00	150.00	1.50	0.49	2.00	9.24	1120.00
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	65.56	4.00	3.00	40.00	150.00	1.72	0.63	2.58	10.41	>1200
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	81.11	4.00	3.00	40.00	150.00	1.84	0.75	3.13	11.84	>1200
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	96.67	4.00	3.00	40.00	150.00	1.94	0.87	3.64	13.03	>1200
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	112.22	4.00	3.00	40.00	150.00	2.04	0.98	4.13	14.05	>1200
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	127.78	4.00	3.00	40.00	150.00	2.14	1.09	4.59	14.91	>1200
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	143.33	4.00	3.00	40.00	150.00	2.23	1.19	5.02	15.67	>1200
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	158.89	4.00	3.00	40.00	150.00	2.31	1.28	5.43	16.33	>1200
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	174.44	4.00	3.00	40.00	150.00	2.39	1.37	5.83	16.92	>1200
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	190.00	4.00	3.00	40.00	150.00	2.47	1.46	6.20	17.44	>1200
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	50.00	4.00	3.00	40.00	150.00	1.50	0.49	2.00	9.24	1120.00
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	50.00	4.89	3.00	40.00	150.00	1.55	0.49	1.97	8.81	1010.00
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	50.00	5.78	3.00	40.00	150.00	1.59	0.48	1.94	8.46	930.00
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	50.00	6.67	3.00	40.00	150.00	1.61	0.48	1.92	8.27	860.00
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	50.00	7.56	3.00	40.00	150.00	1.64	0.47	1.90	8.05	810.00
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	50.00	8.44	3.00	40.00	150.00	1.63	0.47	1.88	7.99	760.00
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	50.00	9.33	3.00	40.00	150.00	1.63	0.46	1.86	7.93	720.00
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	50.00	10.22	3.00	40.00	150.00	1.63	0.46	1.84	7.83	690.00
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	50.00	11.11	3.00	40.00	150.00	1.62	0.46	1.83	7.82	660.00
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	50.00	12.00	3.00	40.00	150.00	1.59	0.45	1.81	7.90	630.00

2. zie rekenvoorbeeld blz. 16

RTOT	EXTCOF	TRNCOF	LAI	GAMMA	COEFF	DVERD	DSG	RAD	WS	RO	PRIC02	PRICROP	CDOS	FOTDS	FINOUT	KPVERH	CPTIRMM	CO2CON
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	50.00	4.00	0.00	40.00	150.00	0.53	0.50	2.15	28.11	>1200	
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	50.00	4.00	2.22	40.00	150.00	1.33	0.50	2.04	10.69	>1200	
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	50.00	4.00	4.44	40.00	150.00	1.59	0.48	1.94	8.49	930.00	
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	50.00	4.00	6.67	40.00	150.00	1.63	0.47	1.88	7.99	760.00	
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	50.00	4.00	8.89	40.00	150.00	1.63	0.46	1.83	7.80	660.00	
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	50.00	4.00	11.11	40.00	150.00	1.58	0.45	1.79	7.86	590.00	
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	50.00	4.00	13.33	40.00	150.00	1.46	0.44	1.76	8.36	530.00	
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	50.00	4.00	15.56	40.00	150.00	1.36	0.43	1.74	8.83	490.00	
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	50.00	4.00	17.78	40.00	150.00	1.27	0.42	1.72	9.39	460.00	
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	50.00	4.00	20.00	40.00	150.00	1.12	0.41	1.70	10.57	430.00	
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	50.00	4.00	3.00	25.00	150.00	1.60	0.50	2.09	14.46	>1200	
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	50.00	4.00	3.00	30.56	150.00	1.60	0.50	2.06	11.65	>1200	
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	50.00	4.00	3.00	36.11	150.00	1.59	0.50	2.02	9.79	1180.00	
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	50.00	4.00	3.00	41.67	150.00	1.46	0.49	1.99	9.09	1090.00	
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	50.00	4.00	3.00	47.22	150.00	1.37	0.49	1.96	8.40	1030.00	
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	50.00	4.00	3.00	52.78	150.00	1.29	0.49	1.94	7.91	970.00	
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	50.00	4.00	3.00	58.33	150.00	1.22	0.48	1.91	7.49	920.00	
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	50.00	4.00	3.00	63.89	150.00	1.14	0.48	1.89	7.18	870.00	
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	50.00	4.00	3.00	69.44	150.00	1.09	0.48	1.87	6.88	830.00	
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	50.00	4.00	3.00	75.00	150.00	1.04	0.47	1.85	6.56	800.00	
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	50.00	4.00	3.00	40.00	80.00	0.92	0.46	0.79	5.92	720.00	
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	50.00	4.00	3.00	40.00	124.44	1.32	0.49	1.55	8.17	990.00	
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	50.00	4.00	3.00	40.00	168.89	1.60	0.50	2.34	10.13	>1200	
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	50.00	4.00	3.00	40.00	213.33	1.60	0.50	3.13	13.56	>1200	
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	50.00	4.00	3.00	40.00	257.78	1.60	0.50	3.92	17.00	>1200	
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	50.00	4.00	3.00	40.00	302.22	1.60	0.50	4.72	20.43	>1200	
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	50.00	4.00	3.00	40.00	346.67	1.60	0.50	5.51	23.87	>1200	
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	50.00	4.00	3.00	40.00	391.11	1.60	0.50	6.30	27.31	>1200	
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	50.00	4.00	3.00	40.00	435.56	1.60	0.50	7.10	30.74	>1200	
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.48	0.70	3.36	50.00	4.00	3.00	40.00	480.00	1.60	0.50	7.89	34.18	>1200	

TABEL 2 Resultaten: financiële gegevens (winst en kostprijsverhouding) bij VERSCHILLENDE CO2-CONC. (parameters konstant).
 In de eerste 13 kolommen: ingestelde parameters/factoren/prijzen, in de laatste vijf kolommen de berekende resultaten.
 Eerste serie: winterkondities, tweede serie: voorjaar/zomer kondities.

RTOT	EXTCOF	TRMCOF	LAI	GAMMA	CO2EFF	DVERD	DSG	RAD	WS	RO	PRIC02	PRICROP	CDOS	FOTOS	FINOUT	KPVERH	CO2CON
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.50	0.70	3.36	50.00	4.00	3.00	40.00	150.00	0.05	0.30	1.38	187.27	200.00
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.50	0.70	3.36	50.00	4.00	3.00	40.00	150.00	0.16	0.34	1.55	68.93	250.00
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.50	0.70	3.36	50.00	4.00	3.00	40.00	150.00	0.25	0.36	1.67	46.14	300.00
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.50	0.70	3.36	50.00	4.00	3.00	40.00	150.00	0.34	0.39	1.77	35.92	350.00
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.50	0.70	3.36	50.00	4.00	3.00	40.00	150.00	0.43	0.41	1.84	29.90	400.00
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.50	0.70	3.36	50.00	4.00	3.00	40.00	150.00	0.51	0.42	1.89	25.83	450.00
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.50	0.70	3.36	50.00	4.00	3.00	40.00	150.00	0.59	0.43	1.94	22.84	500.00
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.50	0.70	3.36	50.00	4.00	3.00	40.00	150.00	0.67	0.44	1.97	20.53	550.00
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.50	0.70	3.36	50.00	4.00	3.00	40.00	150.00	0.74	0.45	2.00	18.67	600.00
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.50	0.70	3.36	50.00	4.00	3.00	40.00	150.00	0.82	0.46	2.02	17.13	650.00
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.50	0.70	3.36	50.00	4.00	3.00	40.00	150.00	0.89	0.46	2.04	15.84	700.00
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.50	0.70	3.36	50.00	4.00	3.00	40.00	150.00	0.97	0.47	2.05	14.73	750.00
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.50	0.70	3.36	50.00	4.00	3.00	40.00	150.00	1.04	0.47	2.07	13.77	800.00
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.50	0.70	3.36	50.00	4.00	3.00	40.00	150.00	1.11	0.48	2.07	12.92	850.00
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.50	0.70	3.36	50.00	4.00	3.00	40.00	150.00	1.19	0.48	2.08	12.17	900.00
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.50	0.70	3.36	50.00	4.00	3.00	40.00	150.00	1.26	0.48	2.09	11.50	950.00**
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.50	0.70	3.36	50.00	4.00	3.00	40.00	150.00	1.33	0.49	2.09	10.90	1000.00
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.50	0.70	3.36	50.00	4.00	3.00	40.00	150.00	1.40	0.49	2.09	10.35	1050.00
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.50	0.70	3.36	50.00	4.00	3.00	40.00	150.00	1.48	0.49	2.09	9.86	1100.00
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.50	0.70	3.36	50.00	4.00	3.00	40.00	150.00	1.55	0.49	2.09	9.40	1150.00
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.50	0.70	3.36	50.00	4.00	3.00	40.00	150.00	1.62	0.50	2.09	8.99	1200.00
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.50	0.70	3.36	200.00	4.00	20.00	40.00	150.00	0.00	0.70	3.29	00.00	200.00
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.50	0.70	3.36	200.00	4.00	20.00	40.00	150.00	0.00	0.84	3.95	00.00	250.00
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.50	0.70	3.36	200.00	4.00	20.00	40.00	150.00	0.50	0.96	4.41	61.41	300.00
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.50	0.70	3.36	200.00	4.00	20.00	40.00	150.00	1.01	1.05	4.78	32.87	350.00
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.50	0.70	3.36	200.00	4.00	20.00	40.00	150.00	1.50	1.13	5.06	23.37	400.00
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.50	0.70	3.36	200.00	4.00	20.00	40.00	150.00	1.99	1.19	5.28	18.47	450.00
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.50	0.70	3.36	200.00	4.00	20.00	40.00	150.00	2.46	1.24	5.45	15.41	500.00
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.50	0.70	3.36	200.00	4.00	20.00	40.00	150.00	2.92	1.28	5.59	13.27	550.00
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.50	0.70	3.36	200.00	4.00	20.00	40.00	150.00	3.38	1.32	5.69	11.68	600.00
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.50	0.70	3.36	200.00	4.00	20.00	40.00	150.00	3.84	1.35	5.77	10.44	650.00
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.50	0.70	3.36	200.00	4.00	20.00	40.00	150.00	4.28	1.37	5.82	9.44	700.00
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.50	0.70	3.36	200.00	4.00	20.00	40.00	150.00	4.73	1.40	5.86	8.61	750.00
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.50	0.70	3.36	200.00	4.00	20.00	40.00	150.00	5.18	1.42	5.89	7.91	800.00
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.50	0.70	3.36	200.00	4.00	20.00	40.00	150.00	5.62	1.43	5.91	7.30	850.00**
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.50	0.70	3.36	200.00	4.00	20.00	40.00	150.00	6.06	1.45	5.91	6.78	900.00
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.50	0.70	3.36	200.00	4.00	20.00	40.00	150.00	6.49	1.46	5.91	6.32	950.00
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.50	0.70	3.36	200.00	4.00	20.00	40.00	150.00	6.93	1.47	5.91	5.92	1000.00
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.50	0.70	3.36	200.00	4.00	20.00	40.00	150.00	7.37	1.48	5.89	5.56	1050.00
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.50	0.70	3.36	200.00	4.00	20.00	40.00	150.00	7.80	1.49	5.88	5.23	1100.00
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.50	0.70	3.36	200.00	4.00	20.00	40.00	150.00	8.24	1.50	5.86	4.94	1150.00
200.00	0.52	0.15	3.00	32.00	0.50	0.70	3.36	200.00	4.00	20.00	40.00	150.00	8.67	1.51	5.83	4.67	1200.00

** OPTIMUM

4. Resultaten en discussie

4.1 Gevoeligheidstest

De resultaten van de gevoeligheidstest zijn weergegeven in tabel 1. De cijfers zijn als volgt gewaardeerd. Het model is:

'ZEER GEVOE LIG' voor die parameter wanneer het resultaat meer dan 50 % afwijkt bij een afwijking van 50 % in de parameter;

'GEVOELIG': resultaat wijkt 10 tot 50 % af bij 50 % afwijking in de parameter;

'WEINIG GEVOELIG': resultaat wijkt tussen 3 en 10 % af bij 50 % afwijking in parameter;

'ONGEVOELIG' resultaat wijkt minder dan 3 % af bij 50 % afwijking in de parameter.

De afwijking van 50 % in de parameter is dan ten opzichte van de standaard waarde. Voor de klimaatsfactoren is hiervoor een willekeurige waarde gekozen (straling 25 W/m² PAR in kas, windsnelheid 4 m/s, raamopening 3 %).

<u>parameters/factoren</u>	<u>respons</u>
2. totale weerstand in het blad CO ₂ -opname (RTOT):	weinig gevoelig
3. lichtuitdoving in het gewas (EXTCOF):	gevoelig
4. transmissiecoëfficiënt van licht door blad (TRMCOF):	weinig gevoelig
5. blad oppervlak index (LAI):	gevoelig
6. compensatiepunt voor CO ₂ (GAMMA):	gevoelig
7. droge stofconversie (kg dr.st. per kg CO ₂) (CO ₂ EFF):	gevoelig
8. droge stof verdeling naar de vrucht (DVERD):	gevoelig
9. droge stof gehalte van de vrucht (DSG):	gevoelig
10. straling, PAR in kas in W/m ² (RAD):	(zeer) gevoelig
11. windsnelheid (WS):	gevoelig
12. raamopening (RO):	gevoelig
13. kostprijs voor (PRICO ₂):	gevoelig
14. veilingprijs (PRICRO):	gevoelig

Dat het model gevoelig is voor bepaalde parameters/factoren was te verwachten. Dit is geen probleem als de juiste waarden van de parameters /factoren ingevuld kunnen worden, vooral van die waarvoor het model het meest gevoelig is.

Gelukkig is de straling redelijk goed te meten, evenals windsnelheid en raamopening. Ook de parameter LAI is vrij zeker in te vullen, nl. door (event. op het oog) de hoeveelheid blad in te schatten. De droge stof verdeling is voor langere termijn goed bekend, voor korte termijn reacties wat minder. Het ingevulde getal blijft dus een benadering. Het droge stof gehalte is vrij goed bekend.

De prijs voor CO₂ kan redelijk nauwkeurig ingevuld worden, zij het dat er grote prijsverschillen kunnen voorkomen. De veilingprijs is te benaderen met behulp van het gemiddelde prijsverloop van de afgelopen jaren, zoals in fig. 2 en bijlage 2 is toegelicht.

Voor de overige (interne) parameters (RTOT, GAMMA, TRMCOF, EXTCOF en CO₂EFF) is de meest betrouwbare werkwijze om hiervoor de waarden in te vullen die bekend zijn uit de literatuur en die ook gebruikt zijn toen het model getoetst werd (en toen redelijk in overkwam met meetresultaten).

KONKLUDEREND: het model is gevoelig voor een aantal parameters en factoren, maar het lijkt mogelijk voor ieder ervan een min of meer goede benadering te vinden. De totale afwijking in het resultaat (het berekende CO₂-optimum) is moeilijk te bepalen. Kijkend naar de resultaten (berekende fotosynthesesnelheden en CO₂-optima bij zeer vele combinaties van variërende parameters) is de indruk dat de afwijking (onjuistheid) in de berekeningen niet opvallend groot is.

4.2 Financiële berekeningen

In tabel 1 en 2 zijn ook de winst en de kostprijsverhouding vermeld.
 Winst = FINOUT = financiële opbrengst - doseerkosten, en
 kostprijsverhouding = KPVERH = winst/doseerkosten.
 KPVERH geeft dus aan hoeveel-voudig de CO₂-kosten worden terugverdiend.

Om de betekenis wat toe te lichten volgt als voorbeeld de berekening van de situatie die gemerkt is met een '*' (blz 12). Bij het optimum geldt:

dosering (voor compensatie van fotosynthese en ventilatieverliezen)
 CDOS = 1.53 mg CO₂/m².s = 0.0055 kg CO₂/m².uur. Bij een CO₂-prijs van 40 ct/kg bedragen de kosten van dosering dan 0.22 ct/m².uur.

De fotosynthesesnelheid is 0.49 mg CO₂/m².uur = 0.001764 kg CO₂/m².uur.
 Na vermenigvuldiging met CO₂EFF, DVERD en 100/DSG (in dit geval is dat: 0.50 * 0.70 * 100/3.36 = 10.4) ontstaat een produktie van 0.0183 kg/m².uur (kg versgewicht komkommervruchten). Dit vermenigvuldigen met de veilingprijs minus 25 ct (150 - 25 = 125 ct/kg) geeft een opbrengstsnelheid van 2.29 ct/m².uur.

Het verschil tussen kosten en opbrengsten, de winst (FINOUT) bedraagt 2.29 - 0.22 = 2.09 ct/m².uur (= 209 f/ha.uur). De kostprijsverhouding, KPVERD, is dan 2.09 / 0.22 = 9.49.

Uit tabel 1 en 2 blijkt dat (onder de gekozen omstandigheden) KPVERH meestal hoog is (ca. 8 à 15) en soms zelfs zeer hoog (boven 200). Zeer hoog is KPVERH alleen in die gevallen waar het CO₂-nivo vrij laag ligt. De dosering is dan laag en de produktie kan nog redelijk zijn. Daardoor kan de verhouding tussen winst en dosering relatief groot uitvallen. Dit heeft echter weinig betekenis zolang de winst niet hoog is.

In veel andere gevallen is KPVERH ca. 10 terwijl de winst wel hoog is, ca. 1.5 à 5.5 ct/m².uur (=550 f/ha.uur). KPVERH = 10 betekent dat de gedoseerde CO₂ tienvoudig wordt terugverdiend, m.a.w. dat de faktor CO₂ een goedkope produktie faktor is.

In tabel 2 zijn niet alleen de optimale nivo's aangegeven maar is bij een aantal nivo's tussen 200 en 1200 ppm de dosering financieel bekeken. Uit tabel 2 volgt dat bij suboptimale CO₂-nivo's de winst altijd lager is dan bij het optimum (per definitie). De kostprijsverhouding kan zowel groter als kleiner zijn.

Uit de berekende gegevens blijkt dat, wanneer het CO₂-nivo dichter naar het optimum nadert, de stijging van de winst langzamer gaat. De meeste winst per hoeveelheid gedoseerde CO₂, wordt behaald wanneer het CO₂-nivo nog ver onder het optimum ligt. Wanneer niet helemaal het optimum gehaald kan worden, door een te kleine doseerkapaciteit, wordt dus maar weinig minder verdiend.

De laatste, zeer belangrijke konklusie, is dat er door de juiste keuze van het CO₂-setpoint, veel te verdienen is. Bij voorbeeld in tabel 2, deel 2, bij voorjaars/zomer kondities: het berekende optimum ligt bij 850 ppm. De winst bedraagt hier 5.91 ct/m².uur. Dit is 1.13 ct/m².uur meer (= 113 f/ha.uur) ofwel 24 % meer dan bij de standaard streefwaarde van 350 ppm.

De konklusie kan dan zijn dat doseren tot het optimale CO₂-nivo zeker zin heeft, maw dat vanuit bedrijfseconomisch oogpunt optimalisatie zinvol is.

BIJLAGE 1Berekeningen door het CABO

Bron: Dynamic optimalization in relation to climate control in green houses. H. Challa en A.H.C.M. Schapendonk, CABO, Wageningen.
 In: Carbon dioxide enrichment of greenhouse crops.
 Eds. H.Z. Enoch & B.A. Kimball, CRC Press Inc., 1984.

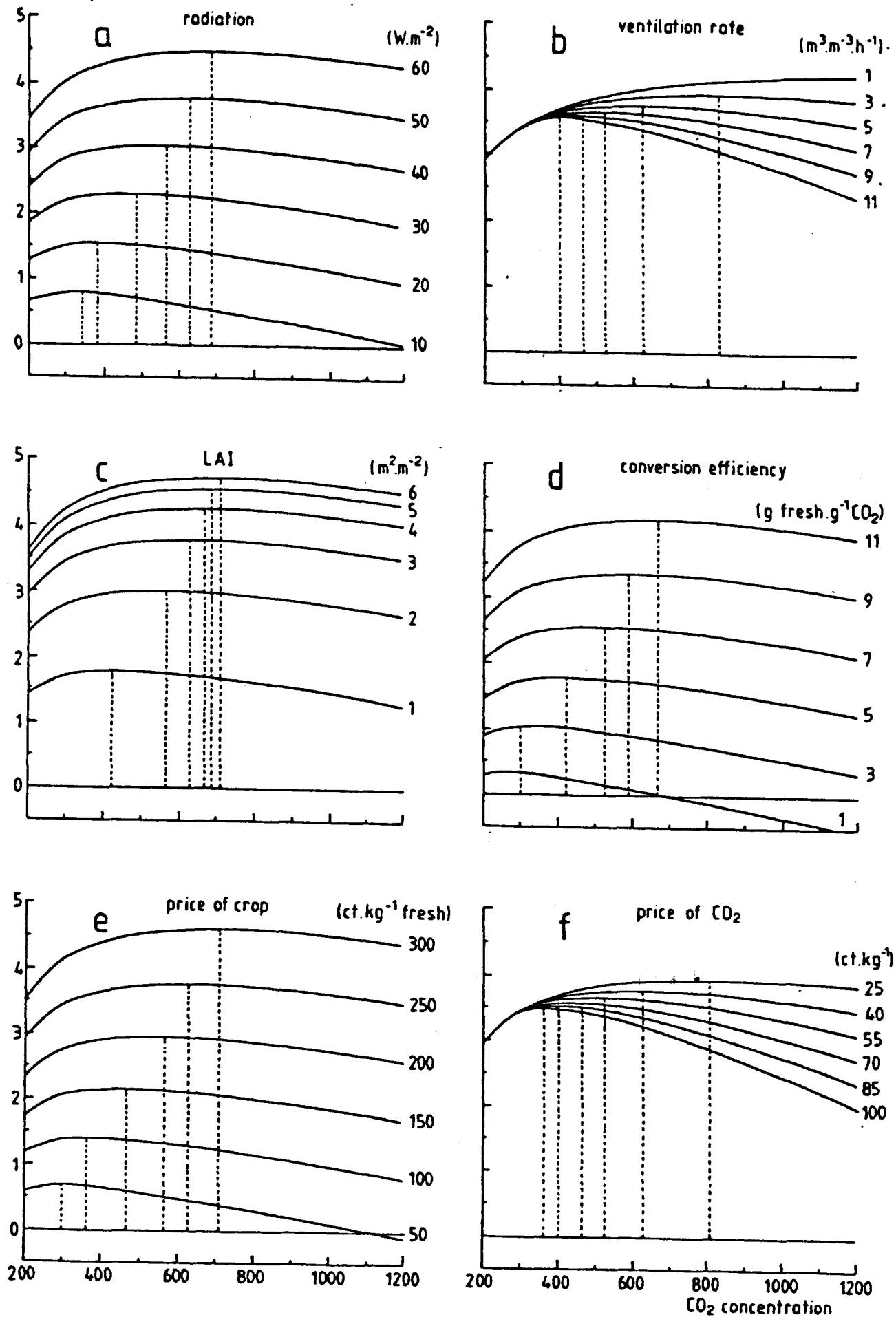
In dit verslag is gebruik gemaakt van programma's die verkregen zijn van het CABO. Deze programma's zijn gebruikt voor, en beschreven in, bovengenoemde publikatie.

Ter verduidelijking van het principe en de resultaten staan op de volgende pagina de grafieken die door het CABO bepaald zijn. In iedere figuur is het effect van een parameter of faktor bekeken. De optimale CO₂-concentratie ligt daar waar de netto opbrengst (winst) het hoogst is. De resultaten zijn iets verschillend van de resultaten in tabel 1 doordat de keuze van de parameters anders was.

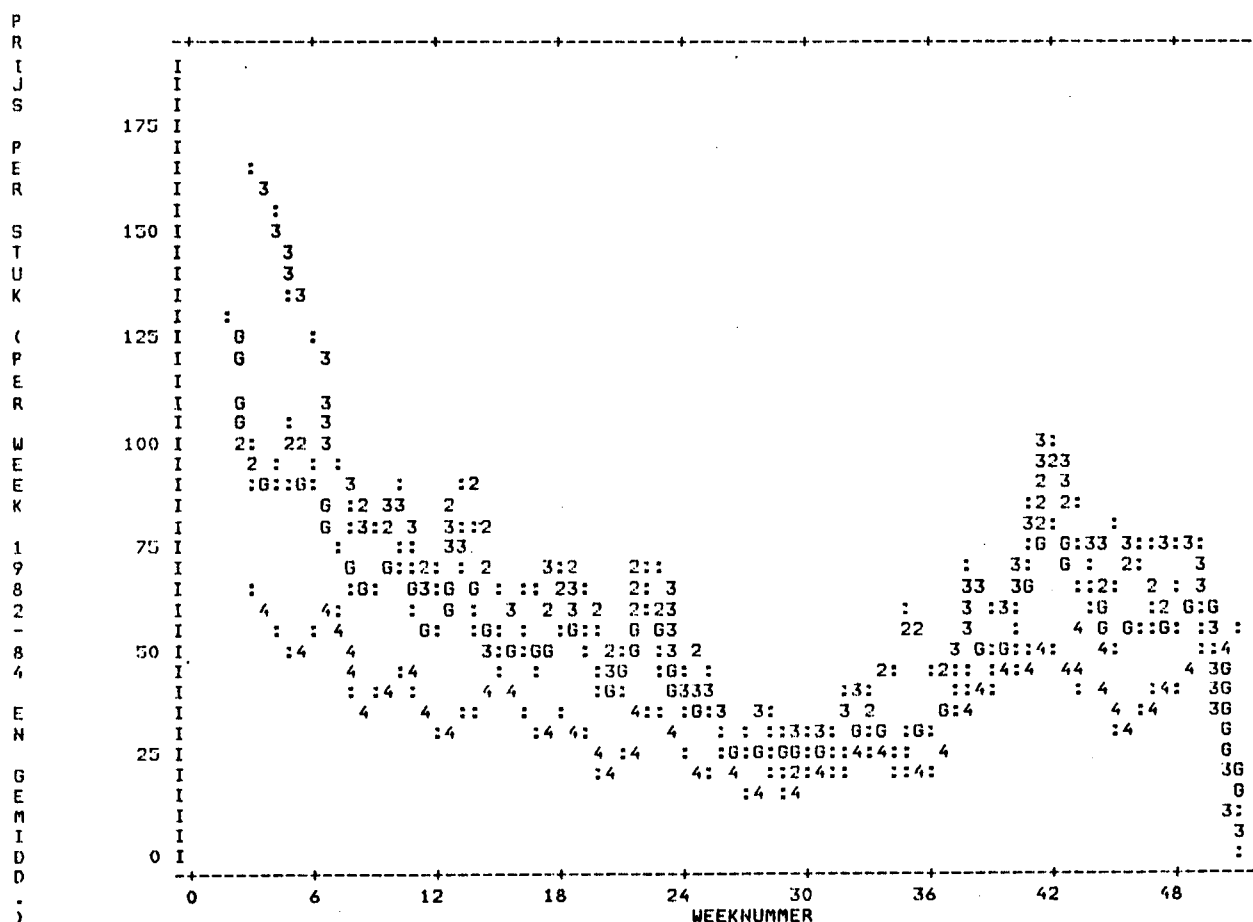
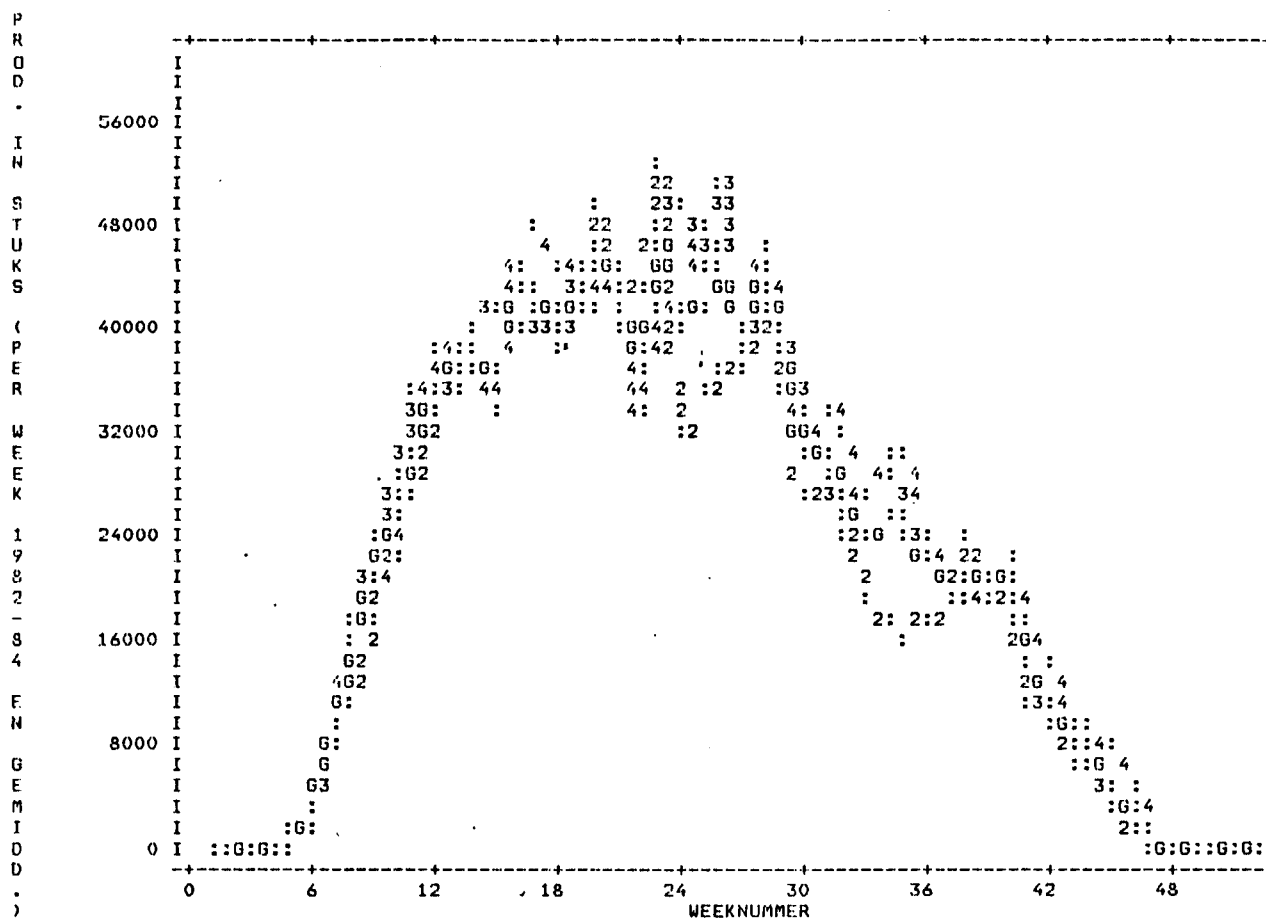
bijschrift bij figuren volgende blz.

Predicted relative net production rate per unit ground area as a function of CO₂ concentration in a greenhouse with additional CO₂ where its supply represents a cost factor. Parameters varied were visible radiation (a), ventilation rate (b) expressed as air changes per hour, leaf area index (LAI) of the crop (c), conversion efficiency from CO₂ assimilated to fresh weight in the harvestable products (d), price of the crop per unit fresh weight (e) and price of CO₂ supplied (f). Standard values used were respectively: stomatal plus boundary layer resistance for CO₂ (200 s.m⁻¹); irradiance (50 W.m⁻²); ventilation rate (5 m³.m⁻³.h⁻¹); conversion efficiency (10 g.g⁻¹); crop price (250 ct.kg⁻¹) and price of CO₂ (40 ct.kg⁻¹). Optimal CO₂ concentrations are indicated by dashed lines.

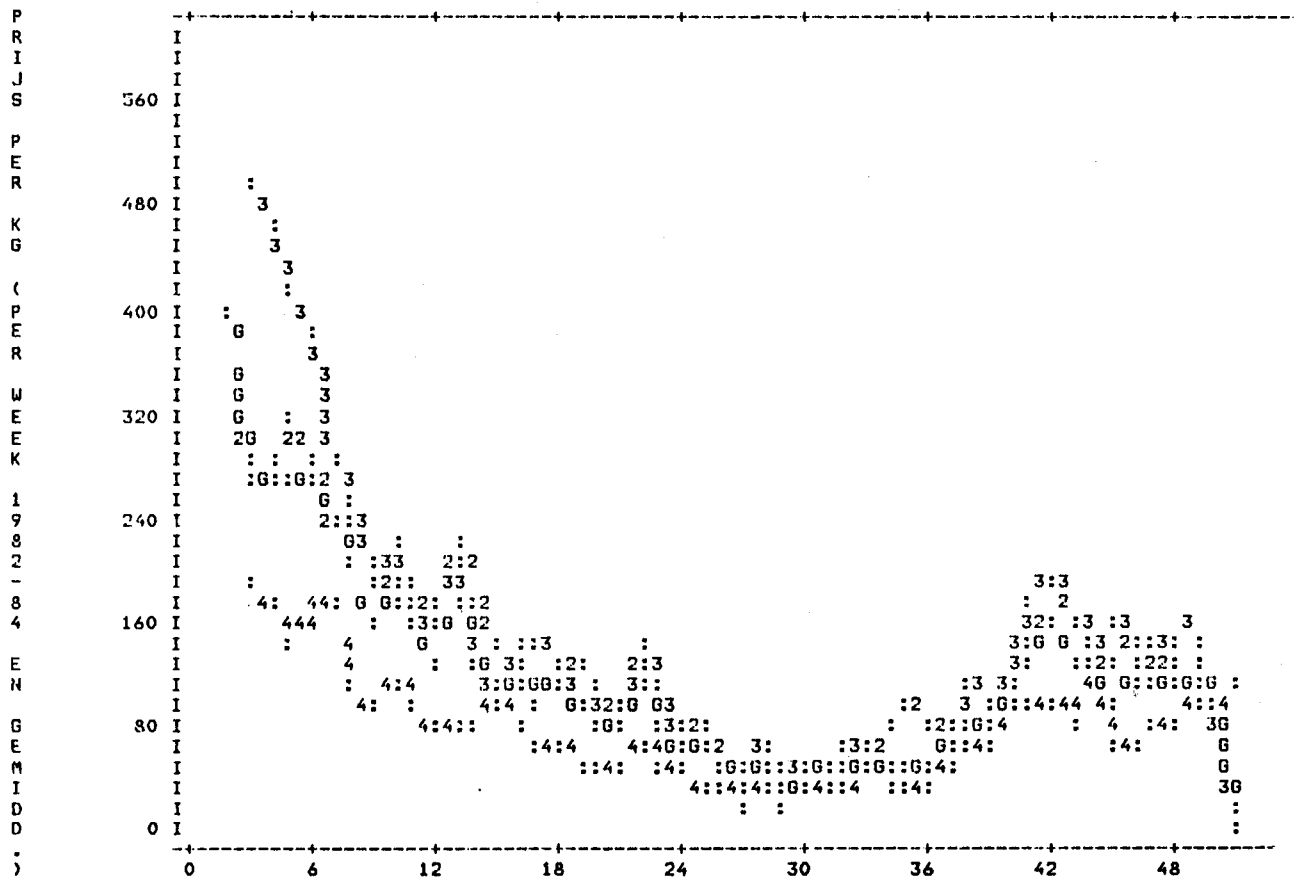
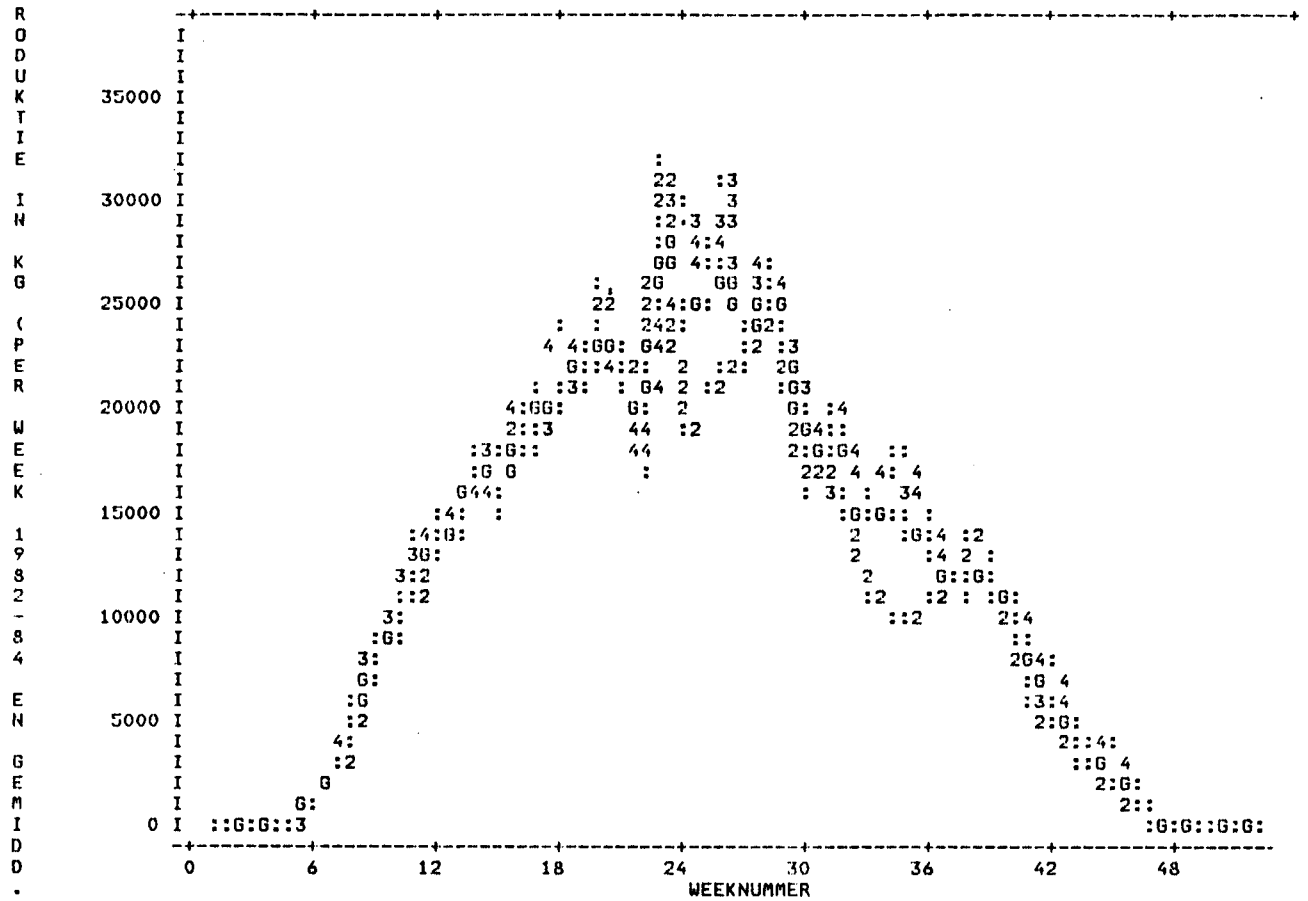
relative net production rate
($\text{ct.m}^{-2}\text{h}^{-1}$)



BIJLAGE 2 Verloop van de komkommerproductie en veilingprijzen in de jaren 1982-1984 in stuks en kg. 2=1982 enz. G=gemiddeld.



VERVOLG BIJLAGE 2



BIJLAGE 3 Listing van het gebruikte programma, inclusief het model.

```

PROGRAM OPTIM

C
C**  PROGRAMMA VOOR VOORSTUDIE OPTIMALISATIE CO2
C
C**  berekend wordt welke CO2-conc. economisch optimaal is bij
C**  verschillende kondities (licht, windsnelheid en raamopening)
C**  en verschillende waarden van interne parameters
C**  gebaseerd op progr. van H.Challa optpll,co2dos,rtwi,phot,
C**  zlphot,photfm
C
REAL*4 WWAARDE(14),WAARDE(14),X(50),
1FOTOS(50),CDOS(50),FINOUT(50),LOVAL(14),HIVAL(14),DX(14),
1KPVERH(50),KOSCO2(50) *
CHARACTER*8 NEP

C
COMMON CO2CON,RTOT,EXTCOF,TRMCOF,ZLAI,GAMMA,CO2EFF,DVERD,
1 DSG,RAD,WS,RO,PRICO2,PRCROP
COMMON/CO2BAL/CFOTOS,CRESP,CVENT
DATA NEP/' >1200'/

C
C**  14 verschillende parameters en factoren staan in een variabele
C**  (nl. WAARDE(I),I=1,14). Dit maakt het mogelijk deze param./fakt.
C**  in loops ombeurten te variëren.
C
EQUIVALENCE(WAARDE(1),CO2CON)    !! CO2-concentratie (ppm)
EQUIVALENCE(WAARDE(2),RTOT)      !! totale weerstand voor CO2
EQUIVALENCE(WAARDE(3),EXTCOF)    !! extinctie (lichtuitdoving)
EQUIVALENCE(WAARDE(4),TRMCOF)    !! lichttransmissie door blad
EQUIVALENCE(WAARDE(5),ZLAI)      !! leaf area index
EQUIVALENCE(WAARDE(6),GAMMA)     !! compensatiepunt voor CO2
EQUIVALENCE(WAARDE(7),CO2EFF)    !! g strukt.dr.stof/g CO2
EQUIVALENCE(WAARDE(8),DVERD)     !! dr.st. verd. naar vrucht
EQUIVALENCE(WAARDE(9),DSG)       !! dr.st.gehalte van vrucht
EQUIVALENCE(WAARDE(10),RAD)      !! licht(400-700nm) in kas (W/m2)
EQUIVALENCE(WAARDE(11),WS)       !! windsnelheid (m/s)
EQUIVALENCE(WAARDE(12),RO)       !! raamopening (%)
EQUIVALENCE(WAARDE(13),PRICO2)   !! prijs voor CO2 (ct/kg)
EQUIVALENCE(WAARDE(14),PRCROP)   !! veilingprijs (ct/kg komkommer)

C
OPEN(UNIT=1,NAME='OPTIM.RES',TYPE='NEW')
OPEN(UNIT=2,NAME='OPTIM.DAT',TYPE='OLD')

C
C**  inlezen gegevens voor parameters en factoren
DO 3 I=1,14
  READ(2,*) WWAARDE(I),LOVAL(I),HIVAL(I)
  WAARDE(I)=WWAARDE(I)
  WRITE(5,802)WAARDE(I),LOVAL(I),HIVAL(I)
802  FORMAT(3(3X,F7.2))
3    CONTINUE

C
NX1=1                                !! blijft vast, WAARDE(NX1)=CO2-conc.
NDD1=50 *                            !! aantal stappen voor verhogen CO2-conc.
NDD2=10                              !! aantal stappen voor verhogen faktor
NDD3=6                               !! aantal stappen voor verhogen param./fakt.
DX(NX1)=(HIVAL(NX1)-LOVAL(NX1))/(NDD1-1)*1.    !! stapgrootte

```

* opm: later veranderd in 101. ook dimensies veranderd van 50 in 101

```

C**      loop 1: klimaatsfactoren om beurten gevarieerd
C
DO 951 NX2=10,14
    DO 952 III=1,NDD3                !! verhogen van faktor nr. NX2
        DX(NX2)=(HIVAL(NX2)-LOVAL(NX2))/(NDD3-1)*1.
        WAARDE(NX2)=LOVAL(NX2)+(III-1)*DX(NX2)
C
C**      loop 2: factoren en parameteres om beurten gevarieerd
C
DO 953 NX3=2,14
    IF (NX2.EQ.NX3)GOTO 953
    DO 954 II=1,NDD2                !! verhogen van faktor nr NX3
        DX(NX3)=(HIVAL(NX3)-LOVAL(NX3))/(NDD2-1)*1.
        WAARDE(NX3)=LOVAL(NX3)+(II-1)*DX(NX3)
        HELP=0.
C
C**      CO2 wordt gevarieerd totdat het optimum gevonden is
C
DO 955 I=1,NDD1                !! verhogen CO2-conc.
    X(I)=LOVAL(NX1)+(I-1)*DX(NX1)
    WAARDE(NX1)=X(I)
    CVFACT=CO2EFF*DVERD*(100./DSG)
    CDOS(I)=CO2DOS()                !! CO2-dosering
    FOTOS(I)=CFOTOS                !! fotosynthese
    KOSCO2(I)=CDOS(I)*PRICO2*3.6E-3 !! kosten CO2-dosering
    FINOUT(I)=3.6E-3*(CFOTOS*CVFACT !! winst door CO2
        *(PRCROP-25.)                !! veilingprijs - 25ct
        -CDOS(I)*PRICO2)
    IF(KOSCO2(I).GT.0.)KPVERH(I)=
        FINOUT(I)/KOSCO2(I)        !! kostprijsverhouding
C
    IF(I.LT.NDD1)GOTO 949
    WRITE(1,1804)(WAARDE(J),J=2,14),CDOS(I-1),
    FOTOS(I-1),FINOUT(I-1),KPVERH(I-1),NEP
1804    FORMAT(F7.2,3(F6.2),F7.2,3F6.2,F7.2,
1      F6.2,2F7.2,2X,3F6.2,F7.2,X,F7.2,A8)
    GOTO 954
949    CONTINUE
    IF(FINOUT(I).GT.HELP)GOTO 956    !! nog niet optimum
C
C**      als optimum gevonden: dan in file schrijven
    WRITE(1,804)(WAARDE(J),J=2,14),CDOS(I-1),
1      FOTOS(I-1),FINOUT(I-1),KPVERH(I-1),X(I-1)
804    FORMAT(F7.2,3(F6.2),F7.2,3F6.2,F7.2,
1      F6.2,2F7.2,2X,3F6.2,F7.2,2(X,F7.2))
    GOTO 954
956    HELP=FINOUT(I)                !! finout bewaren voor vergelijken
955    CONTINUE
954    CONTINUE
    WRITE(1,805)
805    FORMAT(' ')
    IF(NX2.NE.NX3)WAARDE(NX3)=WWAARDE(NX3)
953    CONTINUE
952    CONTINUE
951    CONTINUE
    CLOSE(UNIT=1)
    CLOSE(UNIT=2)
    CLOSE(UNIT=3)
END
C

```



```

C
  FUNCTION CO2DOS
C
C**   funktie berekent hoeveel CO2 gedoseerd moet worden
C**   eenheid: mg CO2/m2.uur (voor FOTOS, CRESP, CVENT,CDOS)
C
COMMON CO2CON,RTOT,EXTCOF,TRMCOF,ZLAI,GAMMA,CO2EFF,DVERD,
1DSG,RAD,WS,RO,PRICO2,PRCROP
COMMON/CO2BAL/CFOTOS,CRESP,CVENT

C
DATA CO2EXT/340./,ZMTCOF/0.00021/,ZLAR/0.030/
CFOTOS=PHOT()                !! fotosynthese (functie PHOT)
CRESP=CFOTOS*.1+ZMTCOF*ZLAI/ZLAR    !! CO2-toevoer door respiratie
RVENT=0.07*WS*(RO+0.3)          !! ventilatievoud klimaatkas
CVENT=1.5E-3*RVENT*(CO2EXT-CO2CON) !! CO2-verliezen door vent.
CO2DOS=AMAX1(0.,CFOTOS-CRESP,-CVENT) !! CO2-dosering
RETURN
END

C
C
C
  FUNCTION PHOT
C
C**   funktie berekent de lichtuitdoving en roept functies aan
C**   voor berekening bruto fotos. per bladlaag, en over de bladlagen
C**   wordt fotos. gesommeerd
C
COMMON CO2CON,RTOT,EXTCOF,TRMCOF,ZLAI,GAMMA,CO2EFF,DVERD,
1DSG,RAD,WS,RO,PRICO2,PRCROP

C
DATA EPS/.001/
NUMLAY=10
TPHOT=0.
RADO=RAD
DL=ZLAI/NUMLAY
  DO 10 L=1,NUMLAY          !! aantal bladlagen
    TLA=(L-.5)*DL
    RAD=(RADO*EXTCOF/(1.-TRMCOF))*
1    EXP(-EXTCOF*TLA) !! lichtuitdoving
    ZIPHOT=.5*ZLPHOT(0.)
    CALL RTWI(EQPHOT,VAL,ZLPHOT,ZIPHOT,EPS,500,IER)
    IF(IER.GT.0.AND.ABS(VAL).GT.EPS)TYPE *, 'ERROR:',IER,VAL
    TPHOT=TPHOT+DL*EQPHOT
10  CONTINUE
    PHOT=TPHOT
    RAD=RADO
    RETURN
  END

C
C

```

```

C      FUNCTION ZLPHOT(EQPHOT)
C
C**     funktie om bladfotosynthese te berekenen
C**     als funktie van CO2, licht, compensatiepunt enz.
C
C      CO2-CONCENTRATION IN VPM, GROSS PHOTOSYNTHESIS IN MG/S/M2
C      COMMON CO2CON,RTOT,EXTCOF,TRMCOF,ZLAI,GAMMA,CO2EFF,DVERD,
C      1DSG,RAD,WS,RO,PRICO2,PRCROP
C
C      DATA VCMAX,O2,ZKC,ZKO/98.,210.,460.,330./
C
C      CO2INT=CO2CON-EQPHOT*RTOT*1.8
C      IF(CO2INT.LT.0.) CO2INT=0.
C      ABSCOF=1.-2.*TRMCOF
C      RADEIN=ABSCOF*4.59*RAD                !W+EINSTEIN ABSORBED
C
C      PHOT1=210.*RADEIN*(CO2INT-GAMMA)/
C      1((RADEIN+2.4*210.)*(4.5*CO2INT+10.5*GAMMA))
C      PHOT2=VCMAX*(CO2INT-GAMMA)/(CO2INT+ZKC*(1.+O2/ZKO))
C      PHOTFM=.044*AMINI(PHOT1,PHOT2)
C      ZLPHOT=PHOTFM
C
C      RETURN
C      END
C

```

```

C
C
SUBROUTINE RTWI(X1,VAL,FCT,XST,EPS,IEND,IER)
C
C**      subroutine om in iteratie te bepalen wat de interne evenwichts-
C**      CO2-conc. is. Iteratie wordt meestal 3 keer doorlopen
C
PREPARE ITERATION
IER=0
TOL=XST
X1=FCT(TOL)
A=X1-XST
B=-A
TOL=X1
VAL=X1-FCT(TOL)

C
C      START ITERATION LOOP
DO 6 I=1,IEND
IF(VAL)1,7,1

C
C      EQUATION IS NOT SATISFIED BY X
1 B=B/VAL-1.
IF(B)2,8,2

C
C      ITERATION IS POSSIBLE
2 A=A/B
X1=X1+A
B=VAL
TOL=X1
VAL=X1-FCT(TOL)

C
C      TEST ON SATISFACTORY ACCURACY
TOL=EPS
D=ABS(X1)
IF(D-1.)4,4,3
3 TOL=TOL*D
4 IF(ABS(A)-TOL)5,5,6
5 IF(ABS(VAL)-10.*TOL)7,7,6
6 CONTINUE

C      END OF ITERATION LOOP

C
C      NO CONVERGENCE AFTER IEND ITERATION STEPS. ERROR RETURN.
IER=1
7 RETURN

C
C      ERROR RETURN IN CASE OF ZERO DIVISOR
8 IER=2
RETURN
END

```

BIJLAGE 4 Aanvullende toelichting op het programma in bijlage 3.

In hoofdprogramma (OPTIM)

1. inlezen waarden en grenzen van parameters
2. in 5 nested loops de parameters variëren
3. in de binnenste loop de functies aanroepen voor berekening van fotosynthese en doseerhoeveelheden (FOTOS en CO2DOS).
4. financiële berekeningen uitvoeren (KOSCO2, FINOUT en KPVERH)

Kosten van CO2-dosering hangt af van hoeveelheid en prijs van CO2.

$$\text{KOSCO2} = \text{CDOS} * 3.6\text{E-3} * \text{PRICO2}$$

$$\text{ct/m2.h} = \text{mg CO2/m2.s} * 10\text{E-6 (kg/mg)} * 3600 \text{ (s/h)} * \text{ct/kg}$$

FINOUT, de winst is het verschil tussen baten en kosten.

FINOUT wordt berekend uit fotosynthese (FOTOS), conversiefactor (CVFAKT) en prijzen van CO2 en produkt (PRICO2 en PRCROP):

$$\text{FINOUT} = 3.6\text{E-3} * (\text{FOTOS} * \text{CVFAKT} * (\text{PRCROP} - 25) - \text{CDOS} * \text{PRICO2})$$

$$\text{ct/m2.h} = \text{s.kg/h.mg} * (\text{mg/m2.s} * \text{mg/mg} * \text{ct/kg} - \text{mg/m2.s} * \text{ct/kg})$$

toelichting:

CVFAKT = CO2EFF * DVERD * (100/DSG) = ca.10 mg versvrucht/mg CO2

PRCROP wordt gereduceerd met 25 ct/kg vanwege oogstkosten enz.

$$3.6\text{E-3} = 3600 \text{ (s/uur)} * 10\text{E-6 (kg/mg)}$$

In functie CO2DOS

CRESP, respiratie is afhankelijk van bruto fotosynthes (CFOTOS), onderhoudsademhalingscoëfficiënt (ZMTCOF) en LAI en LAR.

$$\text{CRESP} = \text{CFOTOS} * 0.1 + \text{ZMTCOF} * \text{ZLAI/ZLAR}$$

$$\text{mg CO2/m2.s} = \text{mg CO2/m2.s} + \text{mgCO2/mg.s} * (\text{m2/m2})/(\text{m2/mg})$$

CVENT, CO2-verlies door ventilatie is een functie van het ventilatievoud (RVENT), CO2-verschil tussen buiten- en kaslucht (CO2EXT - CO2CON), kashoogte en gasdichtheid van CO2.

$$\text{CVENT} = 1.5\text{E-3} * \text{RVENT} * (\text{CO2EXT} - \text{CO2CON})$$

$$\text{mg CO2/m2.s} = (\text{m.mg.h/ml.s}) * (\text{m3/m3.h}) * \text{ml/m3}$$

$$1.5\text{E-3} = \text{kashoogte (3m)} * \text{gasdichtheid (1.8 mg/ml)} * (1/3600 \text{ h/s})$$

In functie PHOT, ZLPHOT en RTWI

Per bladlaag de lichtuitdoving berekenen en in functie ZLPHOT de fotosynthese laten berekenen. De evenwichts CO2-conc. in het blad wordt berekend in RTWI.

Zie verder listing en publ. Challa & Schapendonk.